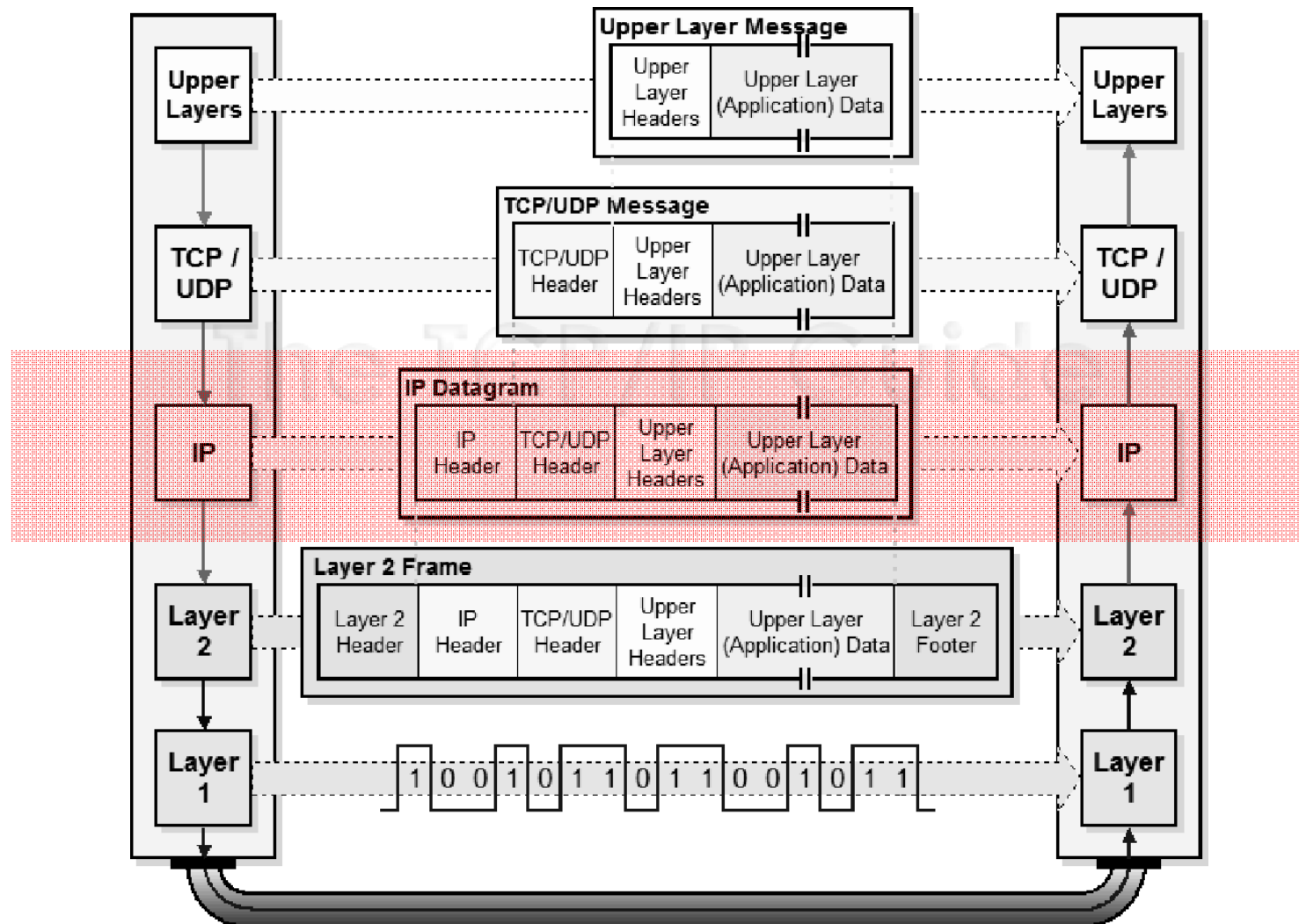


# Sumario

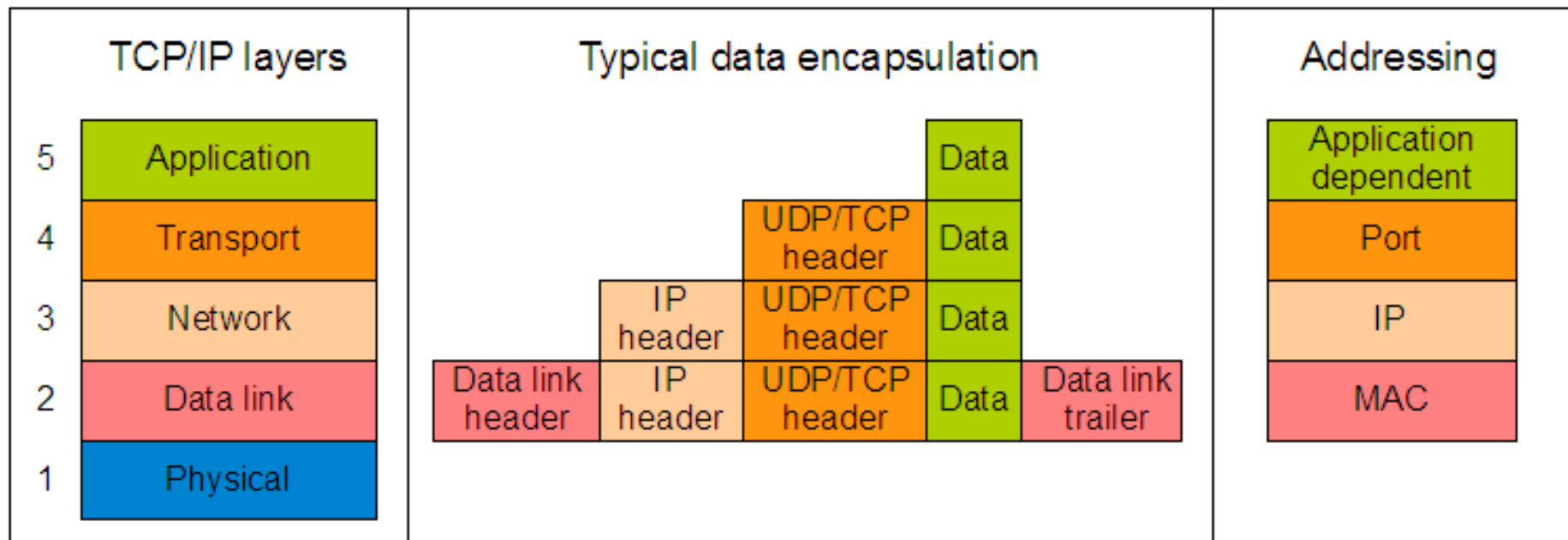
---

- ❑ ¿Dónde estamos? Revisión
- ❑ Internetworking IP
- ❑ Estructura de las direcciones IP
- ❑ Forwarding de datagramas en IP
- ❑ Configuraciones típicas
- ❑ Subredes IP
- ❑ Ejercicios
- ❑ Bibliografía:
  - Principal: Computer Networks. Peterson & Davie. 5º edición
  - Complementaria: Computer Networks. Tanenbaum & Wetherall. 5º edición

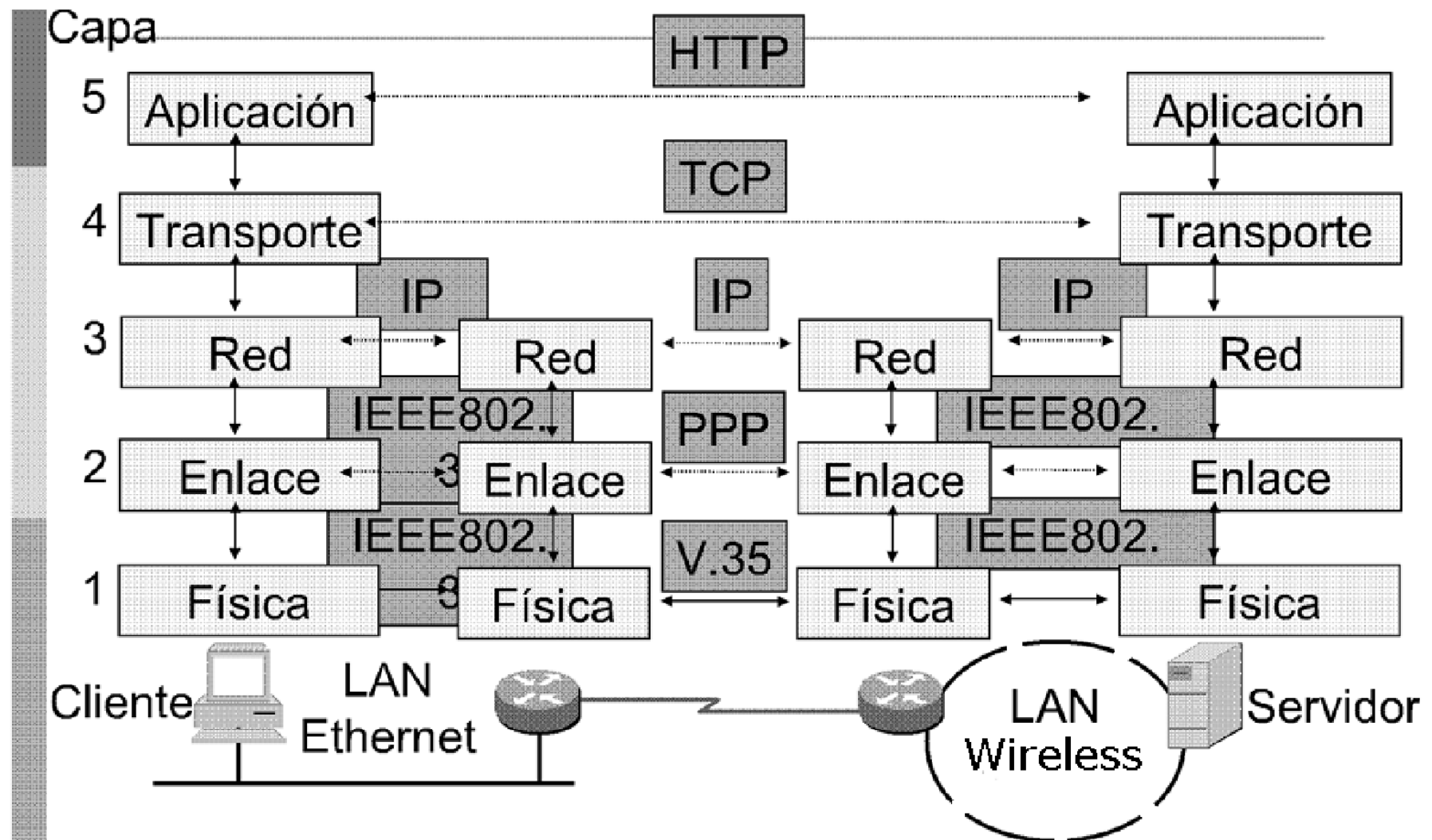
# ¿Dónde estamos? Revisión



# Capas, encapsulamiento y direccionamiento



# Ejemplo: acceso a un servidor Web



# Algo de terminología

---

- ❑ Capa 1 (física): Hubs, repetidores, ...
- ❑ Capa 2 (enlace de datos): LAN switches (o switches L2), bridges, tarjetas de red ethernet, tarjetas de red wireless, access points, ...
- ❑ Capa 3 (red): Routers, switches L3, ...
- ❑ Todas las capas: Hosts (computadoras personales, servidores, notebooks, tablets, impresoras, teléfonos, celulares, smart TV, ...)
- ❑ <http://www.internetglosario.com/>
- ❑ Interfaz o interface es el punto de conexión ya sea dos componentes de hardware, dos programas o entre un usuario y un programa.

# La historia de Internet en 8 minutos

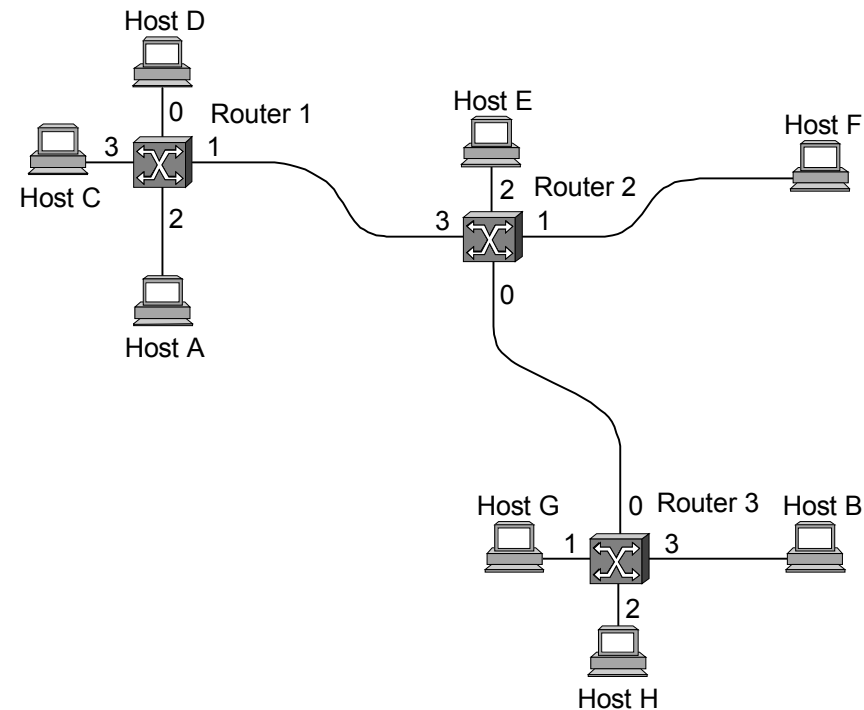
## [Español]

---

- ❑ <https://www.youtube.com/watch?v=4iVEyEMtugs>
- ❑ 2009. "Historia de la Internet" es un documental animado que resume en ocho minutos como se inició una de las herramientas más utilizadas en el mundo, internet.  
Este corto forma parte del trabajo final de Melih Bilgil en su Diploma en Diseño Gráfico de la Universidad de Ciencias Aplicadas de Mainz.  
<https://www.youtube.com/watch?v=9hIQjrMHTv4>

# Redes de datagramas

- ❑ Un host puede enviar un paquete a cualquier lugar en cualquier momento. No hay fase de establecimiento de conexión. También llamadas redes sin conexión
- ❑ Cuando un host envía un paquete, no tiene manera de conocer si la red es capaz de entregar el paquete al host destino
- ❑ Cada paquete es forwardado en forma independiente de los paquetes previos que podrían haber sido enviados al mismo destino. Dos paquetes sucesivos del host A al host B pueden seguir diferentes caminos
- ❑ Una falla de router o enlace no tiene efectos serios sobre la comunicación si es posible encontrar rutas alternativas al destino (robustez a los fallos)
- ❑ Análogo al sistema postal
- ❑ Cada router mantiene una tabla de forwarding (tabla de routing o ruteo)



# Internetworking

Problemas importantes que deben ser tratados cuando se conectan redes

---

## □ Heterogeneidad

- Los usuarios de un tipo de red quieren ser capaces de comunicarse con usuarios de otro tipo de redes
- Establecer conectividad entre hosts de dos redes diferentes puede requerir atravesar varias otras redes intermedias, cada una de las cuales puede ser a su vez de otro tipo

## □ Escalabilidad

- Ruteo: ¿Cómo podemos encontrar un camino eficiente a través de una red con millones o quizás billones de nodos?
- Direccionamiento: Es la tarea de proveer indentificadores adecuados para todos esos nodos



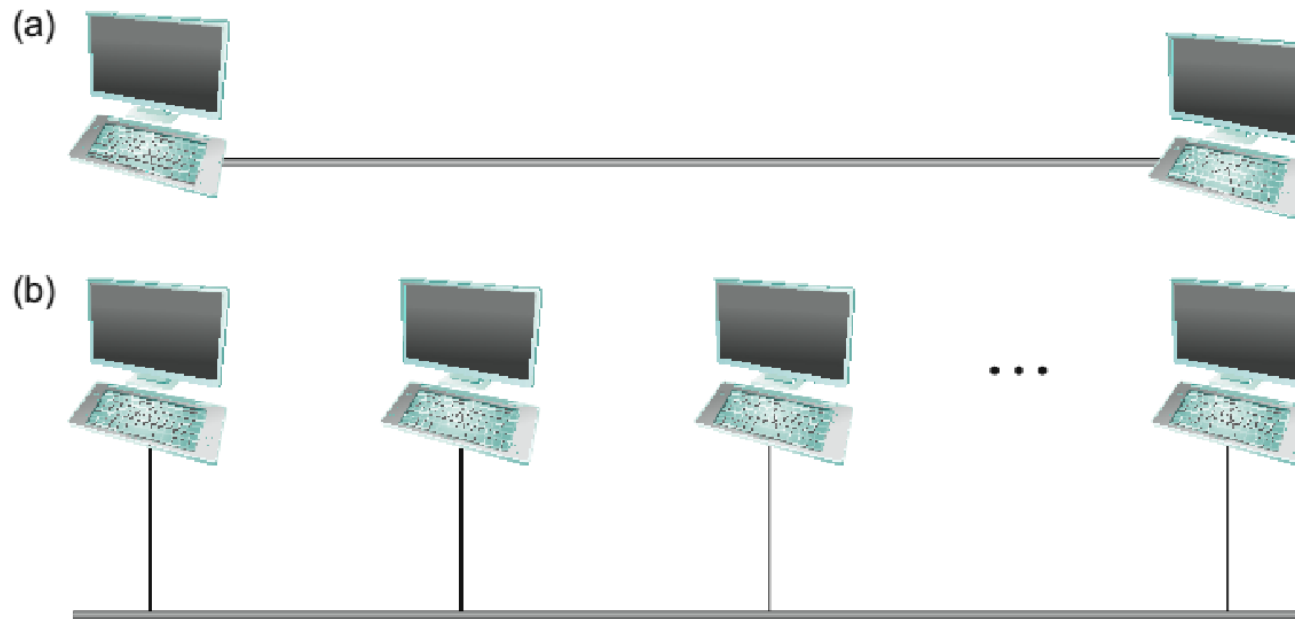
# Internetworking IP: Modelo de servicio

---

- ❑ Sin conexión (basado en datagramas)
- ❑ Best-effort delivery “mejor esfuerzo” (servicio no confiable)
  - Los paquetes se pierden
  - Los paquetes pueden ser entregados fuera de orden al destino
  - Copias duplicadas de un paquete pueden ser entregadas al destino
  - Los paquetes se pueden retrasar por un tiempo largo en la red
- ❑ Esquema de direccionamiento global

## Capa 2: Enlaces físicos

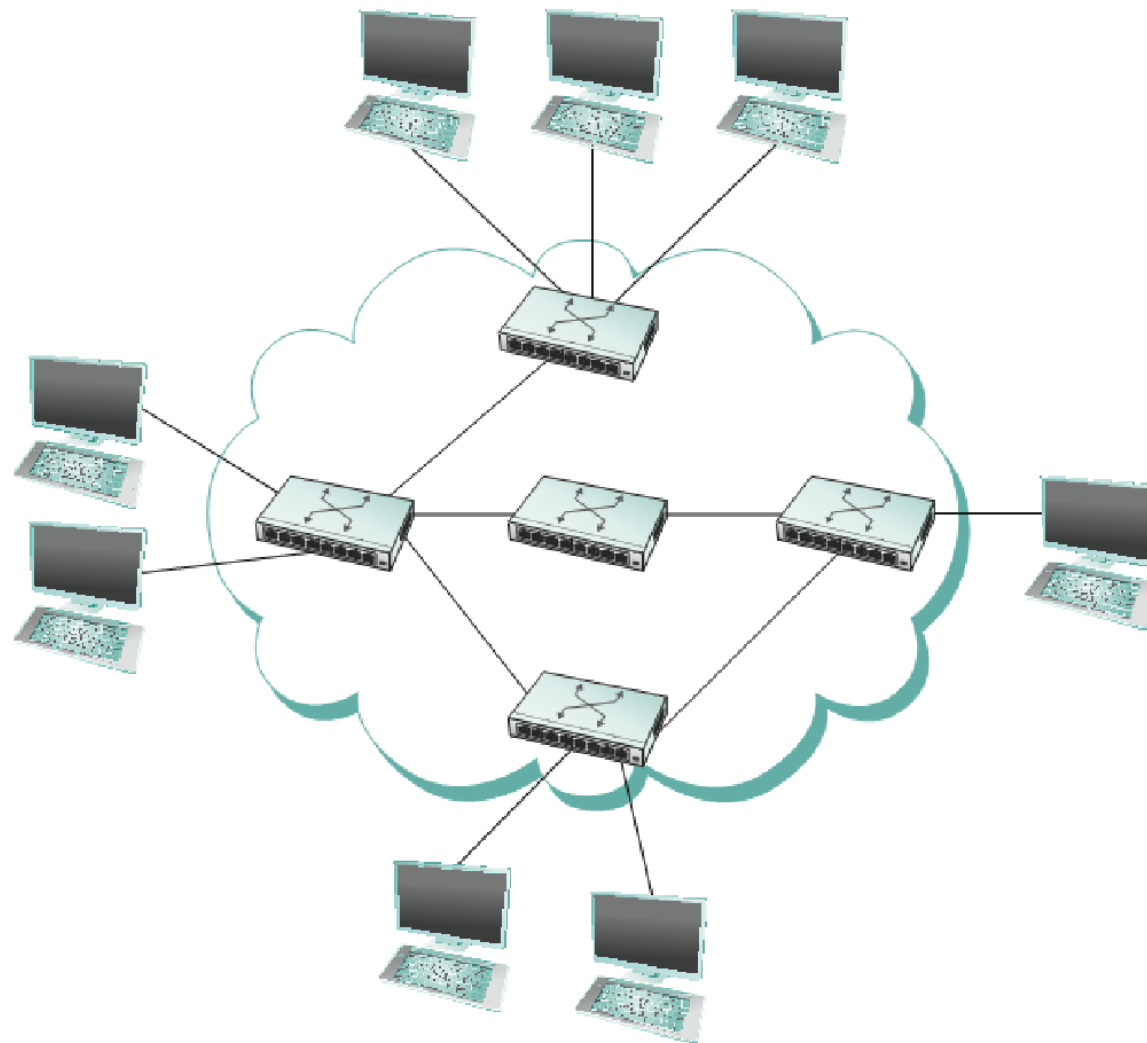
---



- a) Punto a punto: PPP - HDLC (ventana deslizante) – Ethernet (802.3) full-duplex
- b) Acceso múltiple: Ethernet (802.3) half-duplex – Wireless (802.11) (redes de medio compartido)

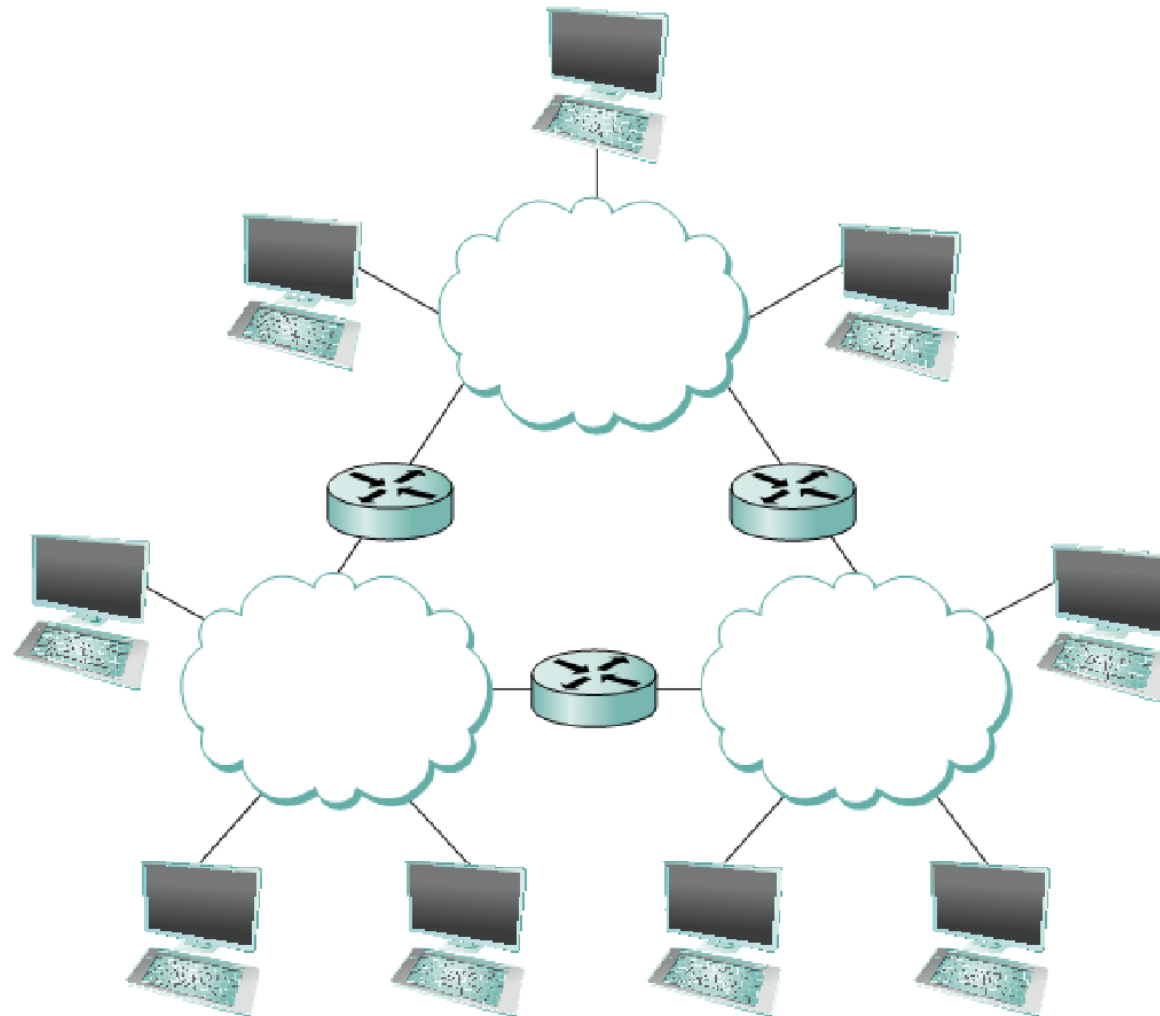
## Capa 2: Red switchheada

---

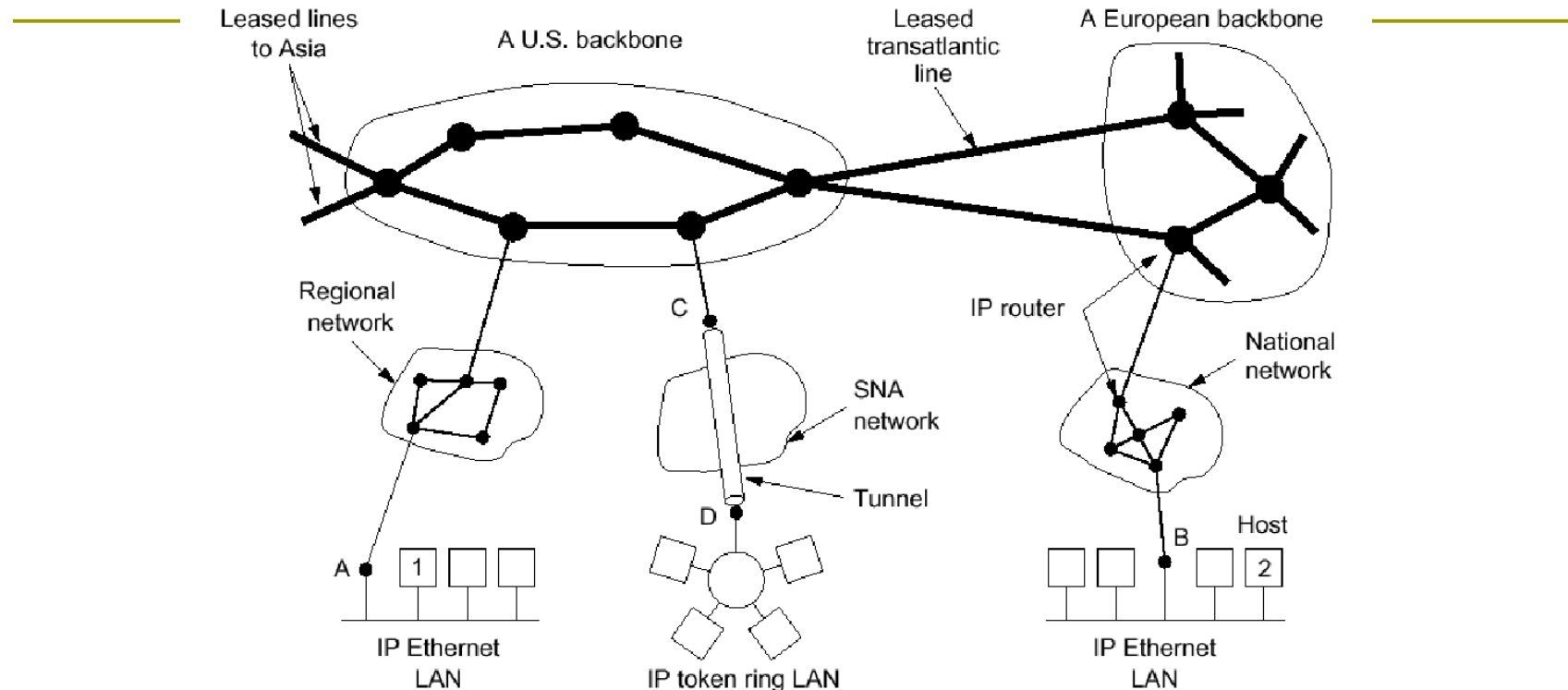


# Capa 3: Interconexión de redes

---



# Internet es un conjunto de redes interconectadas

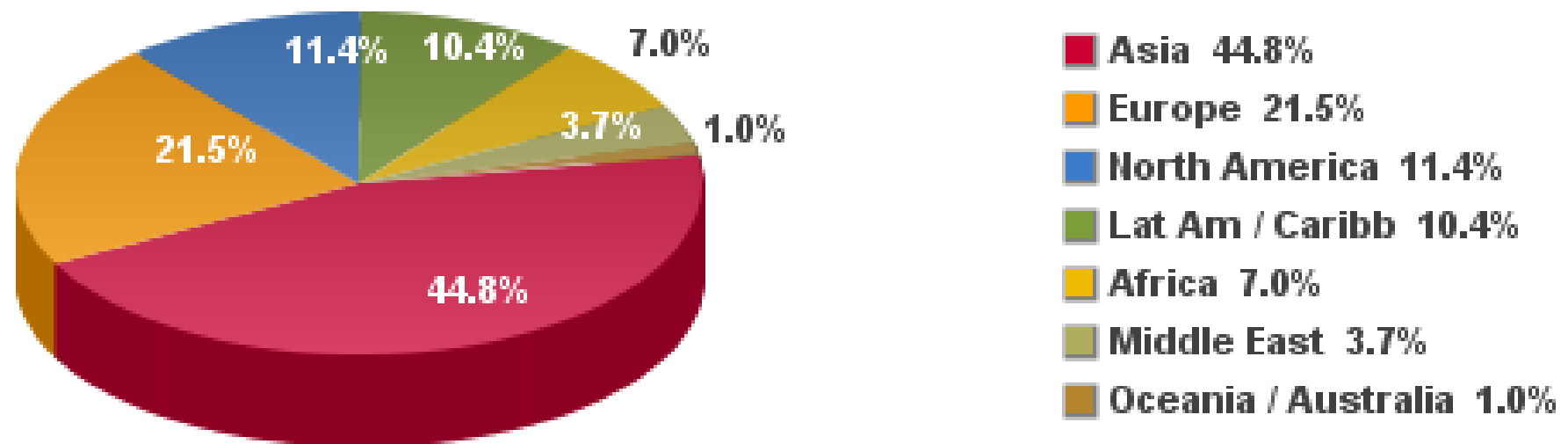


- A nivel físico y de enlace son redes muy diversas
- La organización administrativa también cambia mucho de unas a otras
- Pero el protocolo IP, común a todas ellas, es el “pegamento” que las mantiene unidas

# ¿Porqué Internet? Por su tamaño...

---

## Internet Users in the World Distribution by World Regions - 2012 Q2



Source: Internet World Stats - [www.internetworldstats.com/stats.htm](http://www.internetworldstats.com/stats.htm)

Basis: 2,405,518,376 Internet users on June 30, 2012

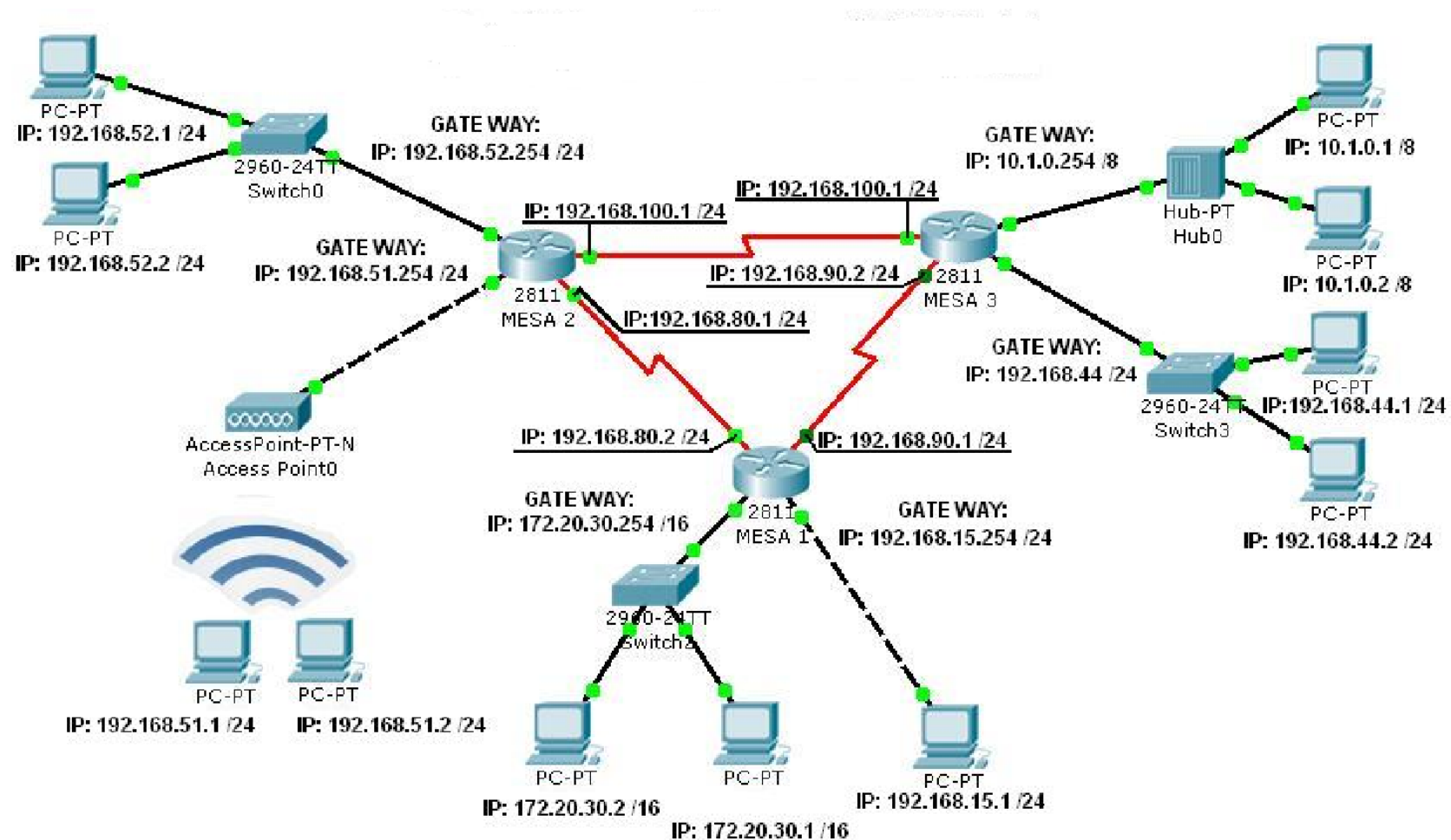
Copyright © 2012, Miniwatts Marketing Group

# ¿Porqué Internet? Por su tamaño...

---

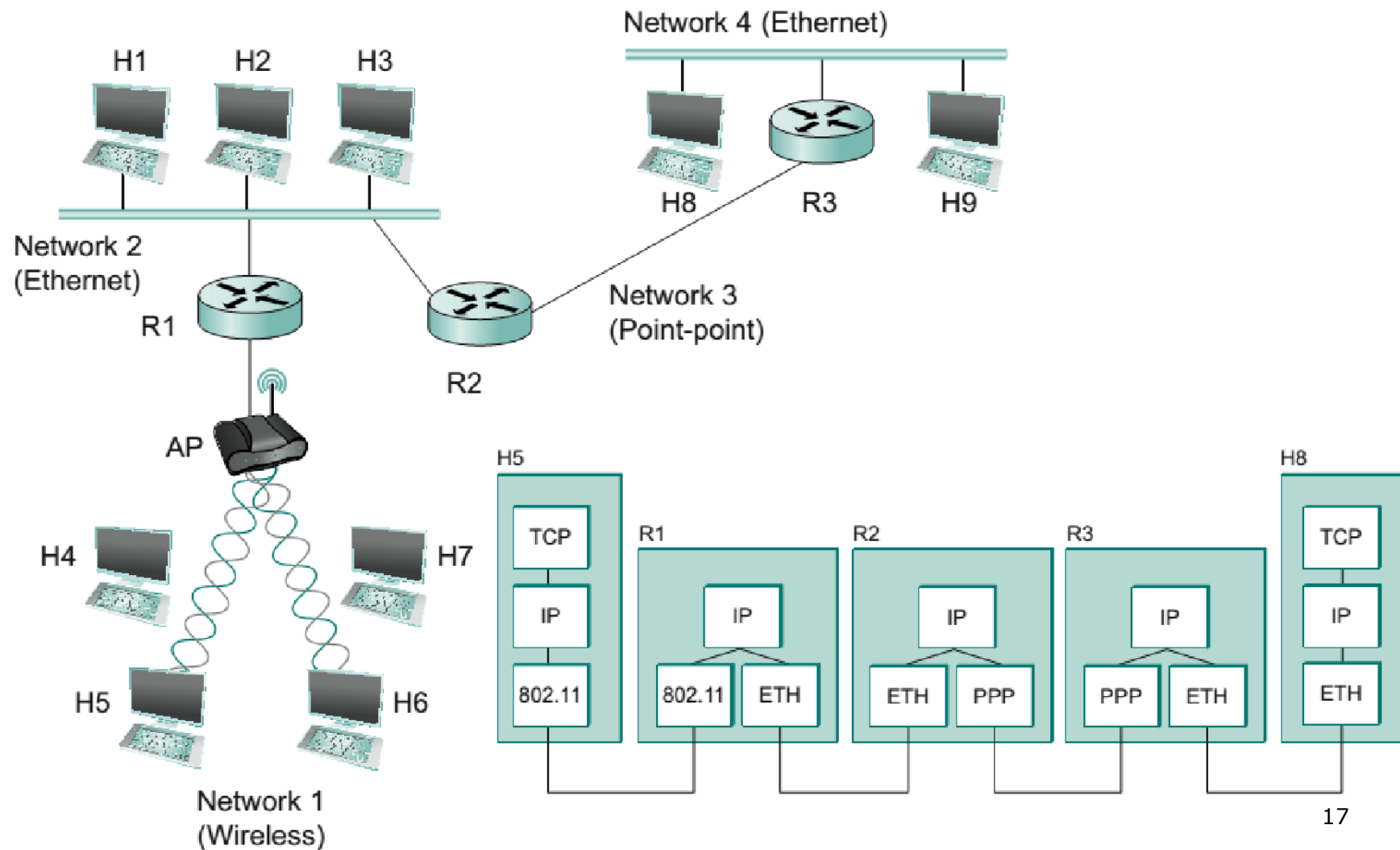
- "En los últimos 10 años se ha creado más información que en toda la historia de la humanidad. De acuerdo con un informe elaborado por un instituto europeo, en Internet, **cada minuto** se envían **204 millones de correos electrónicos**, se descargan **47 mil aplicaciones** para smartphones y tablets, se abren más de **100 nuevas cuentas en LinkedIn** y **320 en Twitter**, se realizan **277 mil logins en Facebook**, se escriben **100 mil tuits**, se suben **30 horas de video a YouTube** y se ven **1,3 millones de videos**. Este inconmensurable tráfico de datos, además, seguirá creciendo de manera exponencial. Naciones Unidas calcula que en el 2016 habrá cerca de **18.900 millones de dispositivos conectados a la red a escala mundial**, lo que llevaría a que el tráfico global de datos alcance los **130 exabytes ( $10^{18}$ ) anuales**. Este volumen equivale a **33 billones de DVDs**."
- "Big Data. Demasiada información" el Cable N° 842. FCEyN.

# Una red IP típica





# Internetworking IP

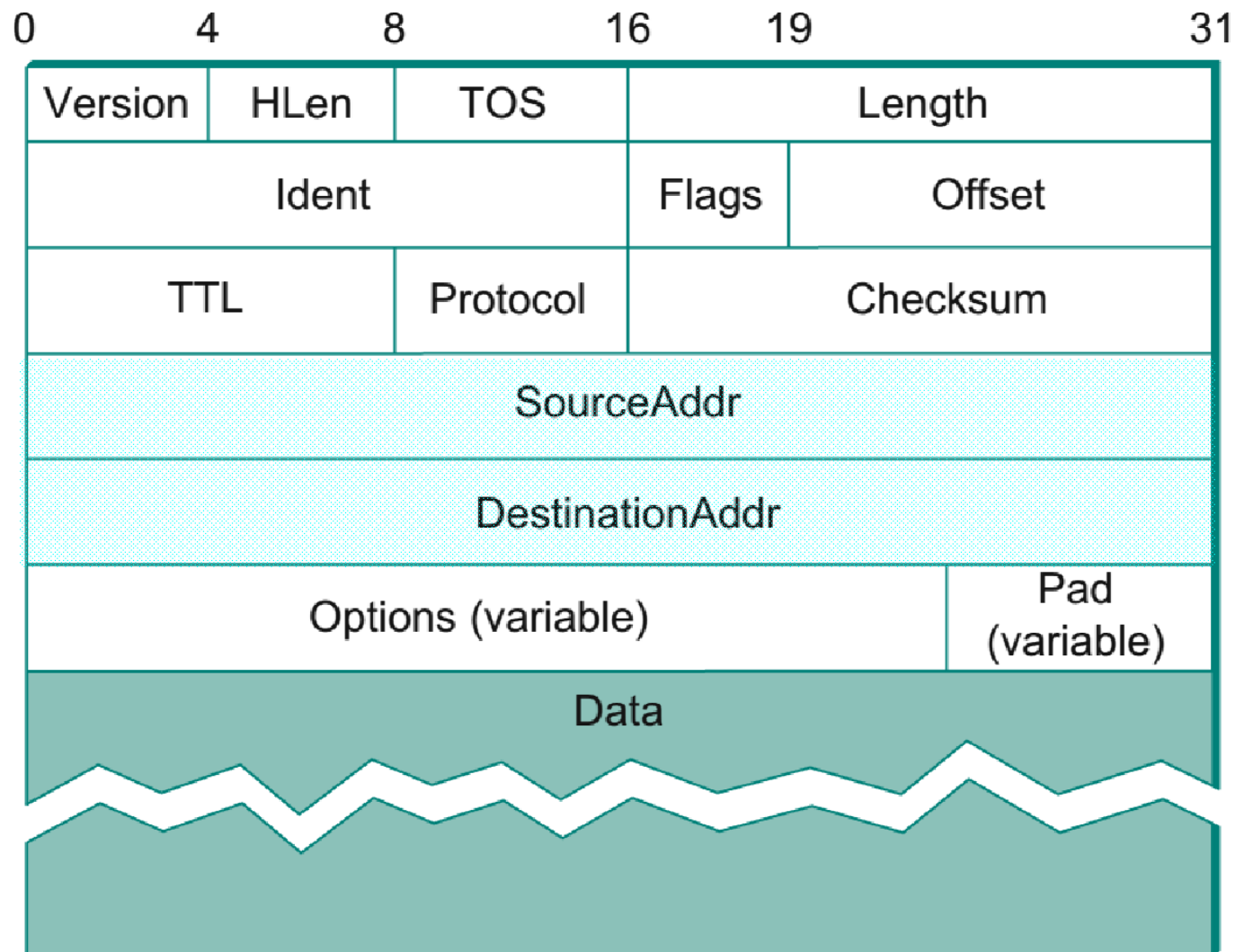


# IP routing. Visión general

---

- ❑ Objetivo: Mover los datagramas IP desde el host origen al host destino
- ❑ Los datagramas “saltan” de router a router
- ❑ El forwarding o ruteo se realiza en base al **destino**
- ❑ En cada router hay una tabla de la forma general **<destino; próximo salto>**

# Cabecera IP. Direcciones



# Direcciones IP: (a) clase A; (b) clase B; (c) clase C; (classful, 1981-1992)

---



# Estructura de las direcciones IP

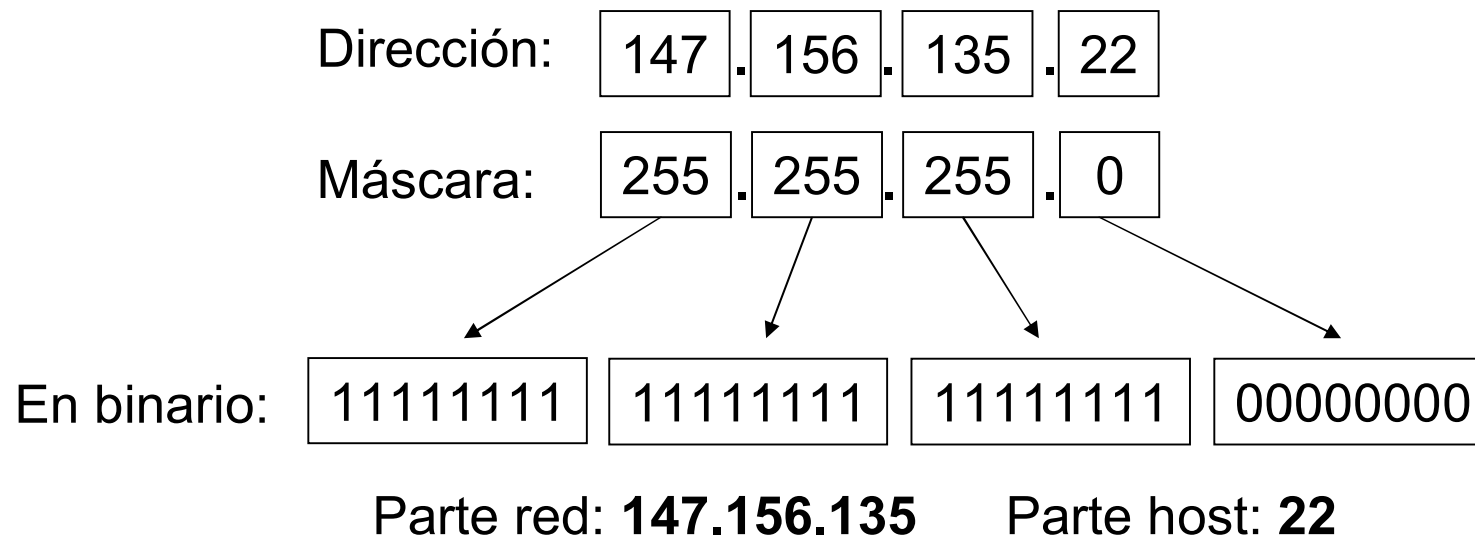
- Las direcciones IP tienen dos partes, la parte red (a la izquierda) y la parte host (a la derecha):



- La longitud de cada parte se indica mediante un parámetro denominado **máscara de red**
- La máscara tiene también una longitud de 32 bits y está formada por un conjunto de unos seguido de un conjunto de ceros. **Los unos indican la parte red**
- Como la dirección IP, la máscara también se representa por cuatro números decimales
- La máscara **no aparece** en los paquetes IP, solo se especifica en las interfaces y las rutas

# Dirección IP y máscara

- Cuando asignamos dirección IP a una interface de red le tenemos que indicar la máscara que estamos utilizando. Ejemplo:



Red con 256 direcciones, desde 147.156.135.0 hasta 147.156.135.255

Parte host a ceros

Parte host a unos

# Operación Lógica AND

---

1  
AND 1  
—  
1

1  
AND 0  
—  
0

0  
AND 1  
—  
0

0  
AND 0  
—  
0

# Dirección IP y máscara

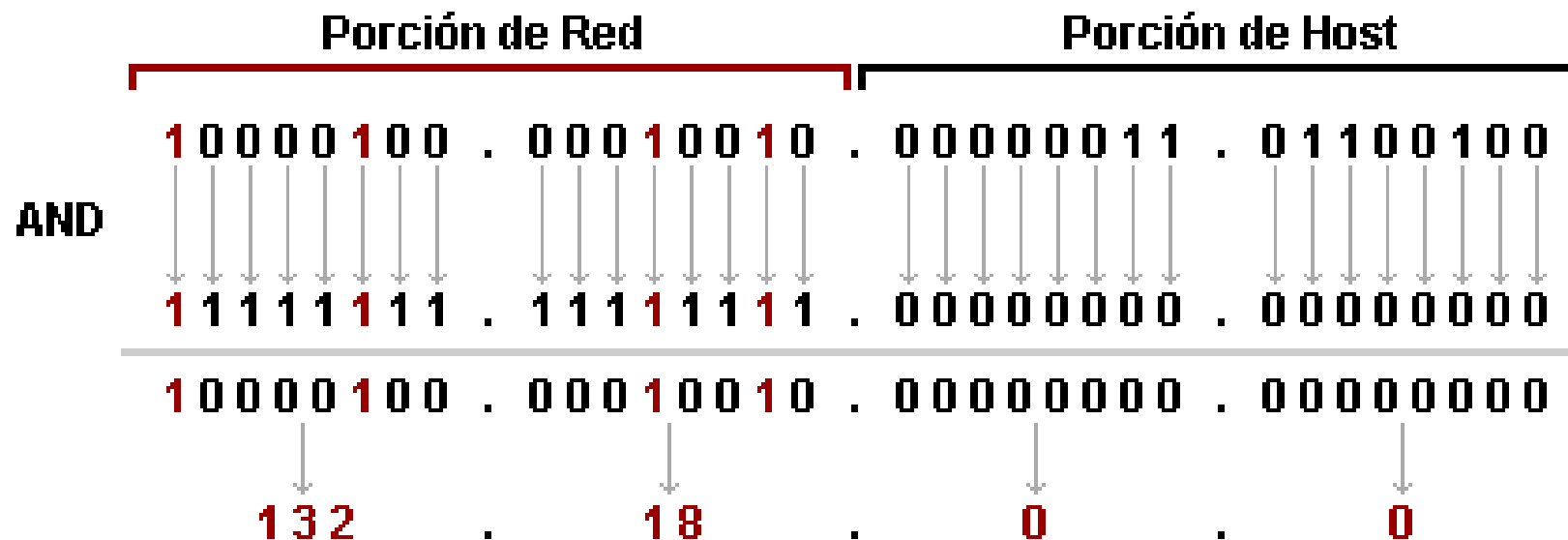
- Tomemos como ejemplo la dirección IP 132.18.3.100 interpretada con máscara /16 para averiguar todos los datos de la red

Porción de Red				Porción de Host			
132	.	18	.	3	.	100	
10000100	.	00010010	.	00000011	.	01100100	
255	.	255	.	0	.	0	
11111111	.	11111111	.	00000000	.	00000000	= /16



# Dirección IP y máscara

- El resultado del AND indica que la dirección de red es 132.18.0.0/16, es decir que la dirección IP 132.18.3.100 es una dirección de host que pertenece a esa red. En consecuencia la dirección de broadcast de la red, que es toda la porción de host con bits "1", va a ser 132.18.255.255/16



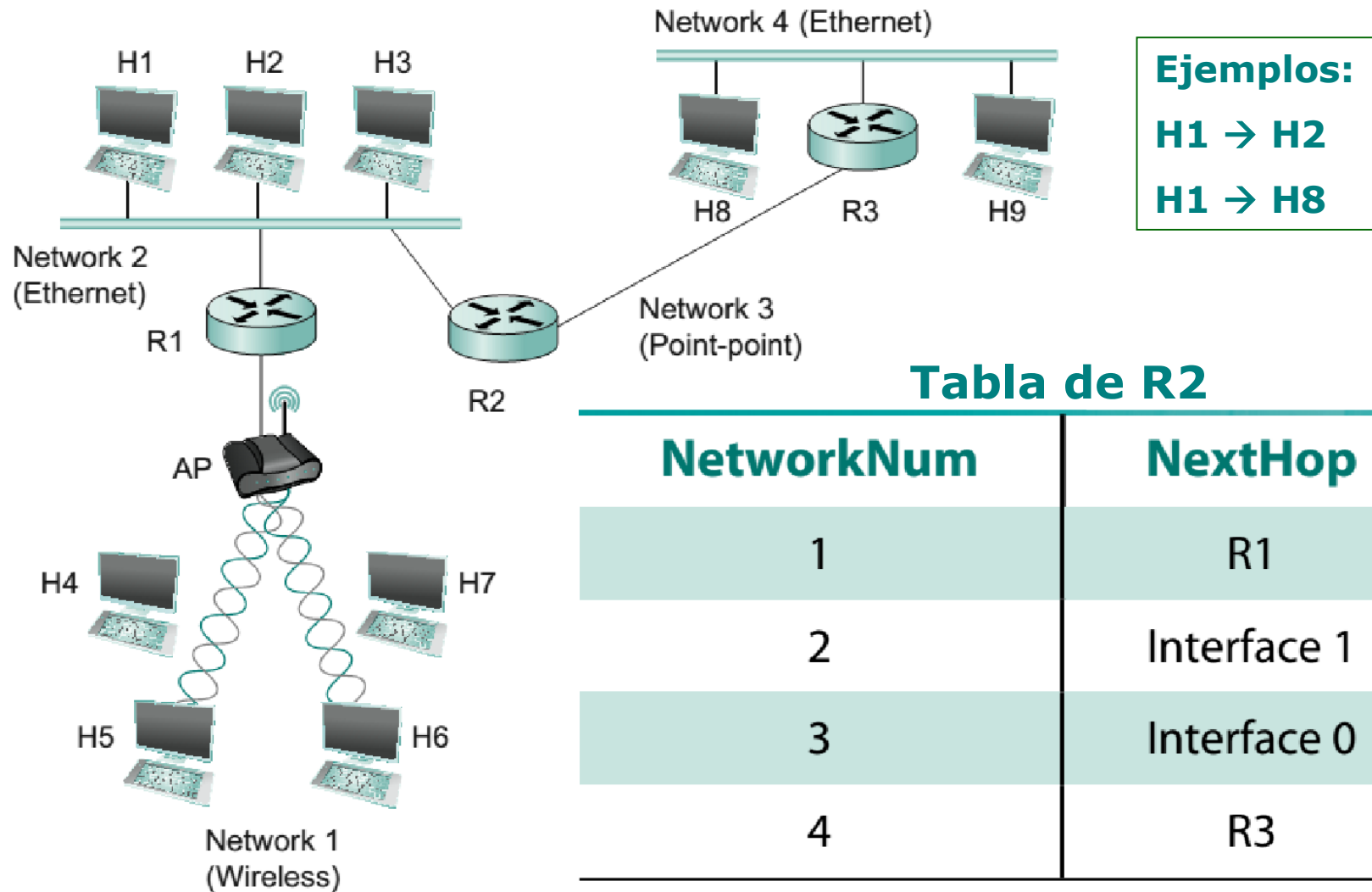
# Datagram forwarding en IP

---

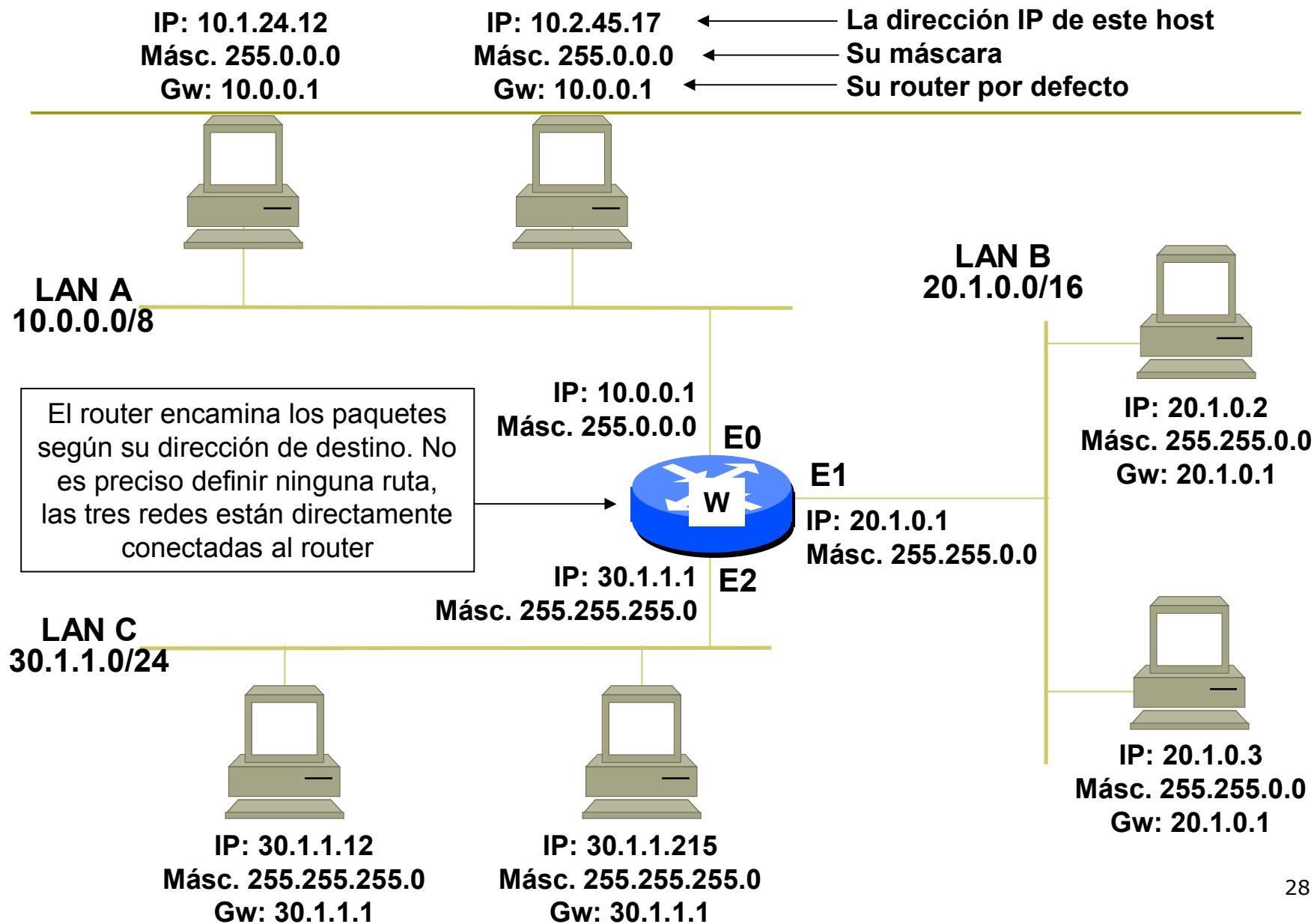
## □ Estrategia:

- Cada datagrama contiene la **dirección IP del destino**
- Si está **directamente conectado** a la red de destino, entonces lo envía directamente al host destino
- Si **no está directamente conectado**, entonces lo envía a algún **router**
- La tabla de forwarding (o ruteo) mapea **números de red al próximo salto (next hop)**
- Cada router mantiene una tabla de forwarding

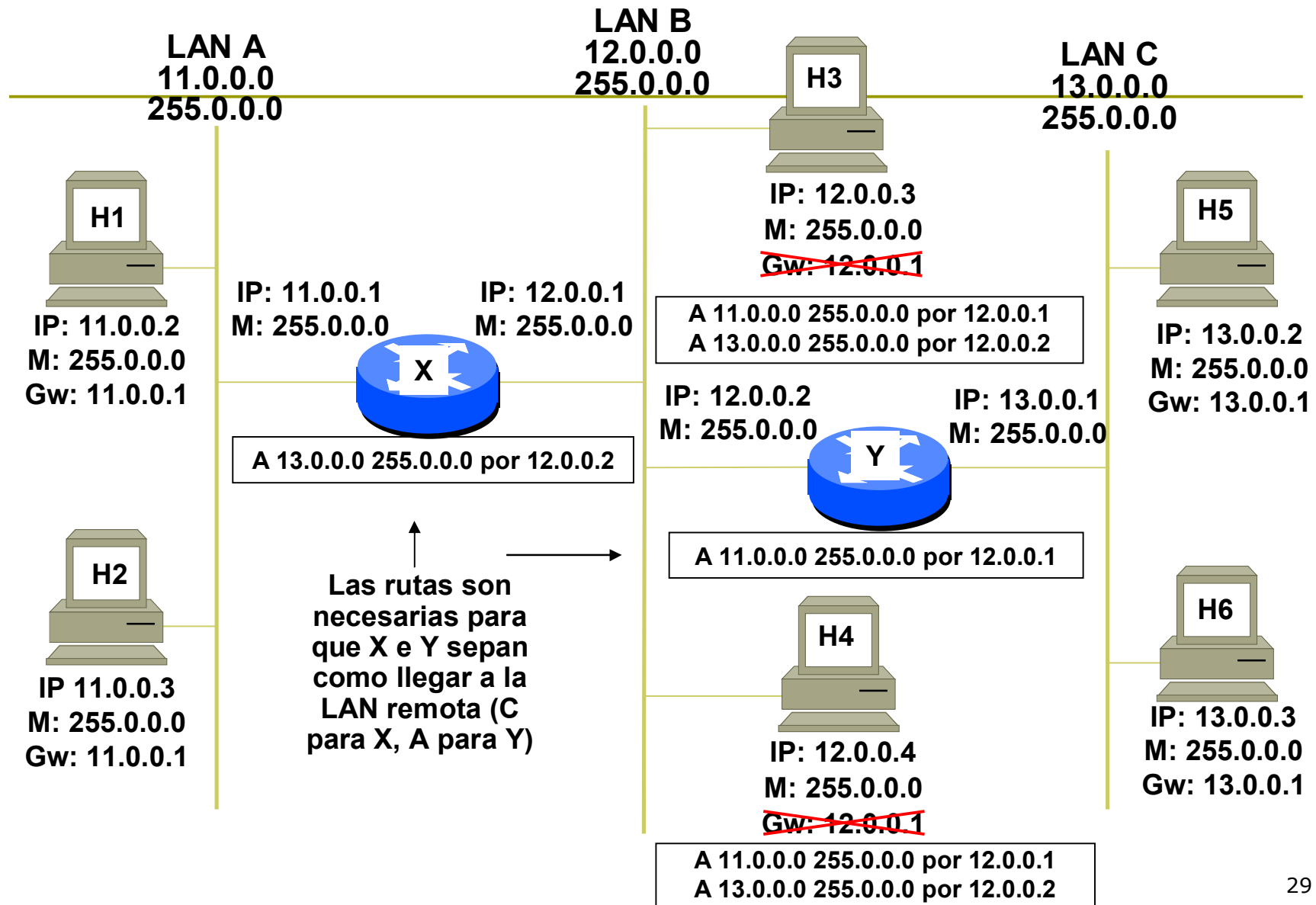
# Ejemplo de tabla de forwarding del router R2



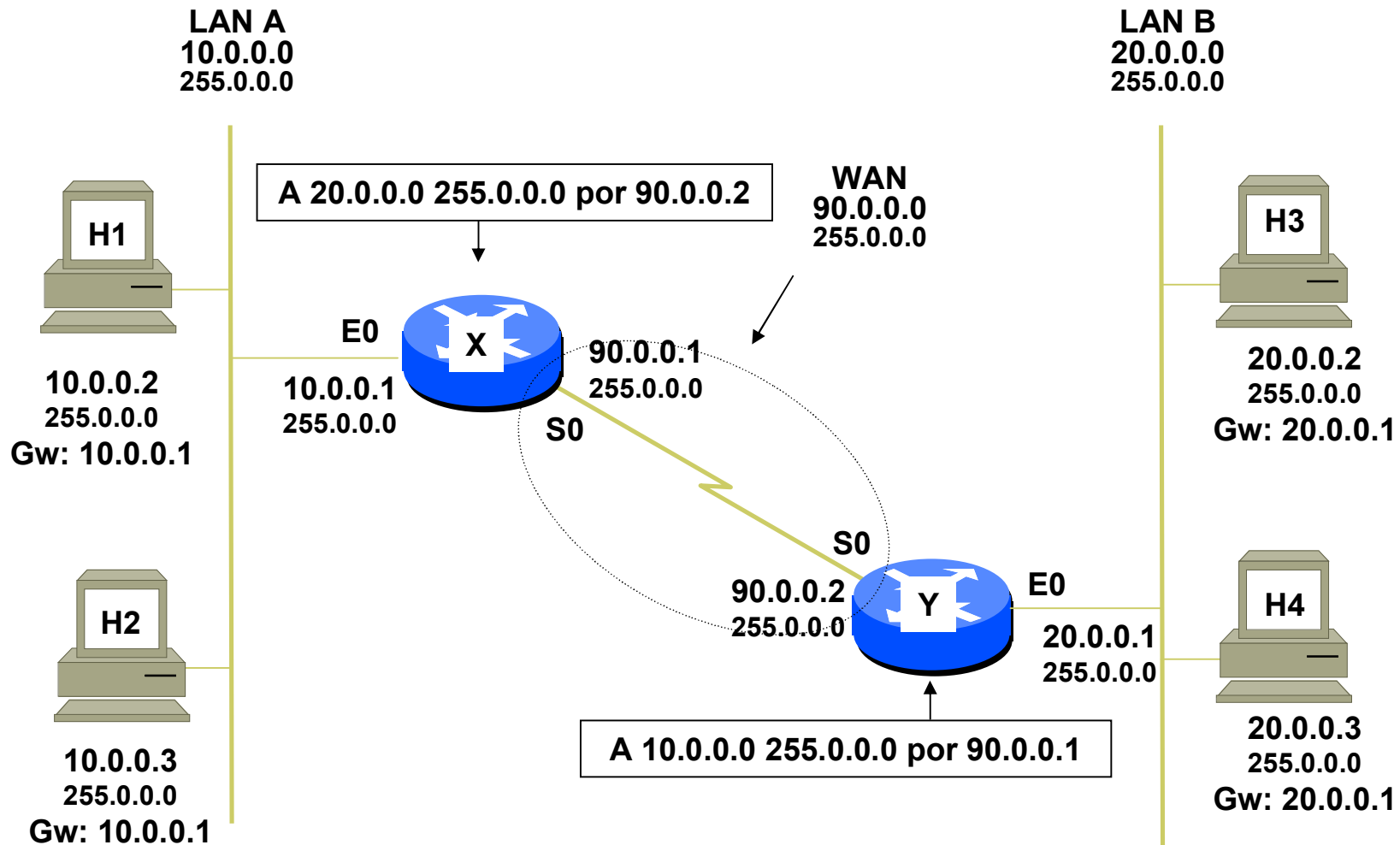
# Un router conectando tres LANs



# Dos routers conectando tres LANs



# Enlace WAN: conexión mediante una línea serie o punto a punto



# Recordar ! Uso reservado de la primera y la última direcciones de cada red

---

- Cuando tenemos una red, por ejemplo la 40.40.0.0 con máscara 255.255.0.0:
  - La primera dirección posible (40.40.0.0) identifica la red
  - La última dirección posible (40.40.255.255) es la de broadcast en esa red
  - El rango asignable en este caso sería desde 40.40.0.1 hasta 40.40.255.254
- **No se puede asignar a ninguna interfaz ni la primera ni la última direcciones de cada red.** Así pues siempre disponemos de dos direcciones menos (en este caso 65534 en vez de 65536)
- La dirección de la red (40.40.0.0) puede aparece en rutas, pero no puede aparecer como origen o destino en la cabecera de los paquetes IP
- La dirección broadcast (40.40.255.255) puede aparecer como destino pero nunca como origen en la cabecera de los paquetes IP

# Algunas direcciones IP especiales

---

Dirección	Significado	Ejemplo
255.255.255.255	Broadcast en la LAN propia	255.255.255.255
Parte Host a ceros	Identifica una red	147.156.0.0 255.255.0.0
Parte Host a unos	Broadcast en una red remota	147.156.255.255 255.255.0.0
127.0.0.1	Dirección Loopback (para pruebas)	127.0.0.1

La primera y la última direcciones de una red están **siempre** reservadas y no deben asignarse nunca a un host



# Direcciones IP privadas

---

Existen tres rangos de direcciones IP que han sido declarados como **privados**. Las organizaciones pueden utilizarlos internamente como deseen. La única regla es que los paquetes que contienen estas direcciones **no pueden aparecer** en Internet. Los tres rangos reservados son:

10.0.0.0	– 10.255.255.255/8	(16.777.216)
172.16.0.0	– 172.31.255.255/12	(1.048.576)
192.168.0.0	– 192.168.255.255/16	(65.536)

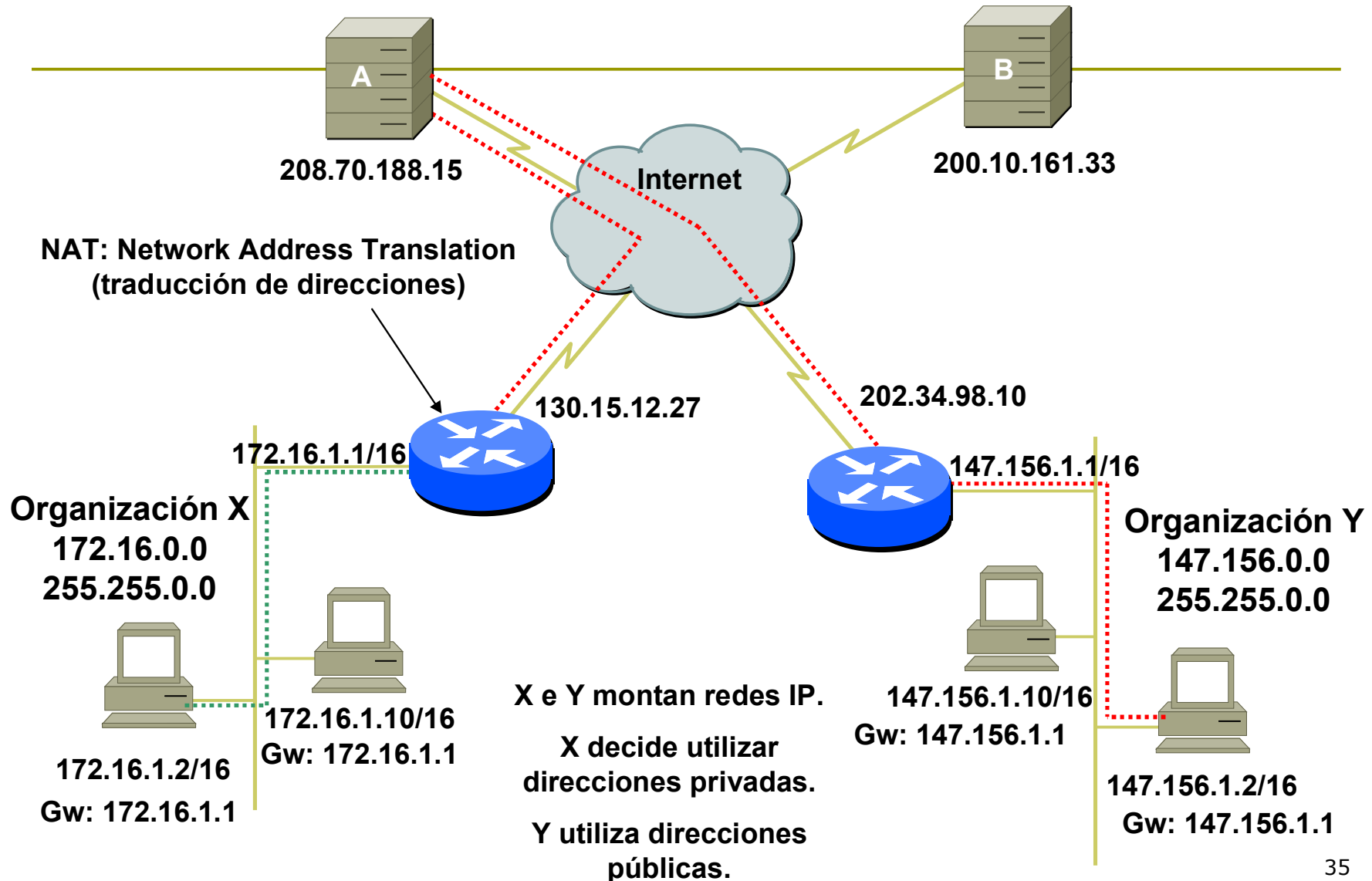
*RFC 1918: Address Allocation for Private Internets*

# ¿Direcciones privadas? ¿Para qué?

---

- ❑ Dispositivos que no requieren conexión a Internet (impresoras, switches, etc.)
- ❑ Si queremos interconectar en un laboratorio aparatos de medición con las PCs que los controlan
- ❑ Redes de usuarios o servidores que no queremos que accedan a Internet
- ❑ Redes que acceden a Internet a través de otros mecanismos (NAT-PAT, Proxy, etc.)
- ❑ Por la escasez de direcciones IP públicas que pueden ser registradas
- ❑ Otros: ¿Seguridad?, túneles, VPN, etc.
- ❑ Etc. Etc. Etc.

# Uso de las direcciones privadas



# ¿Quién asigna las direcciones IP públicas?

---

- ❑ Inicialmente la asignación de direcciones IP la realizaba el DDN NIC (Department of Defense Network Information Center) de forma centralizada
- ❑ A principios de los 90 se decidió descentralizar esta función creando los llamados RIR (Regional Internet Registry). El primero se constituyó en Europa y se llamó RIPE
- ❑ Los RIR dependen del IANA (Internet Assignment Number Authority)
- ❑ Los RIR dan direcciones a los proveedores grandes
- ❑ Los proveedores pequeños obtienen sus direcciones e los proveedores grandes
- ❑ Las organizaciones obtienen direcciones del proveedor que les da conectividad
- ❑ Cada RIR dispone de una base de datos (whois) para búsqueda de direcciones IP. Ej.: <http://lacnic.net/cgi-bin/lacnic/whois?lg=SP>

# Organización de los registros regionales

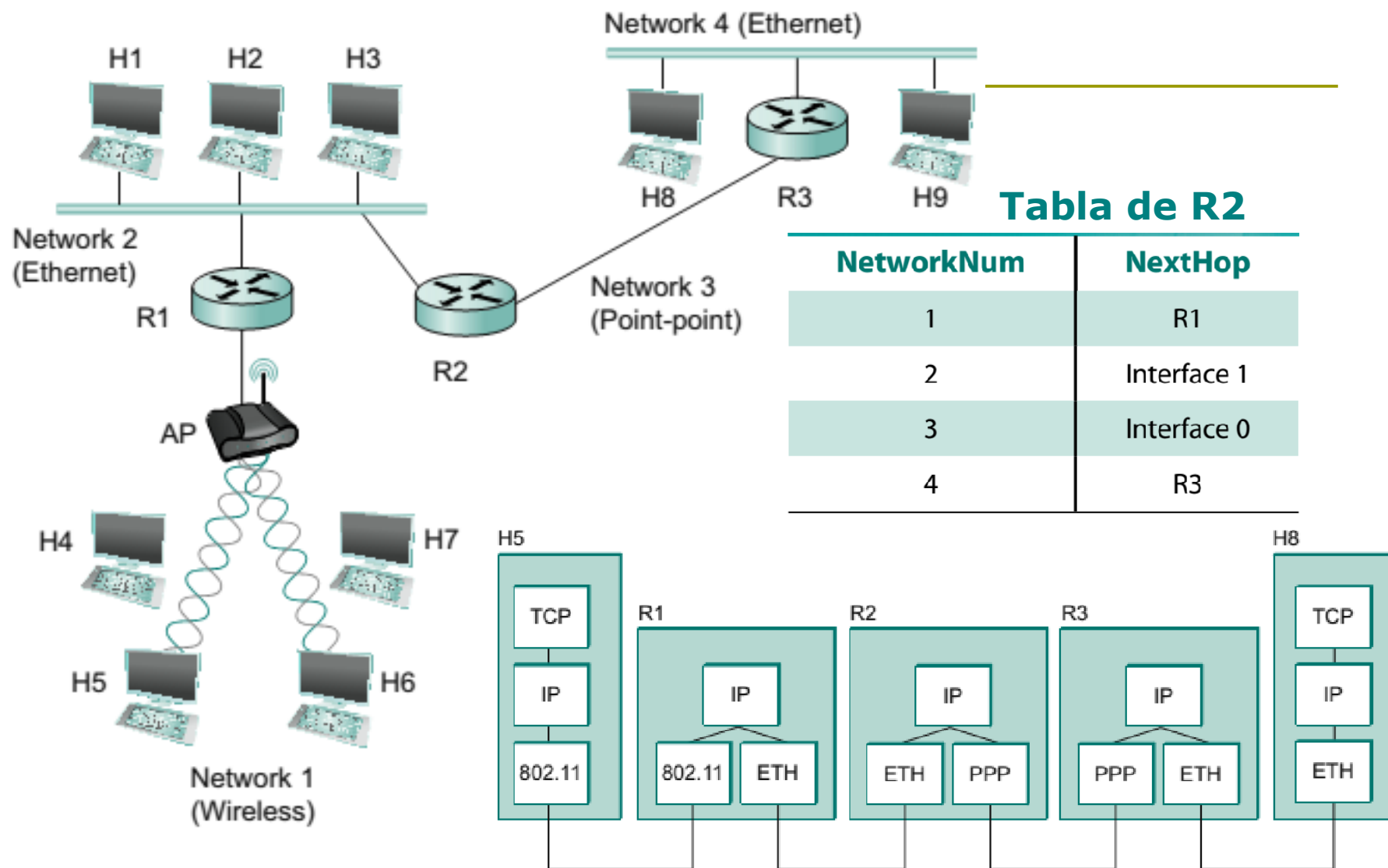
Registro Regional	Área geográfica
<b>ARIN</b> (American Registry for Internet Numbers) <a href="http://www.arin.net">www.arin.net</a>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ EEUU y Canadá</li><li>■ África Subsahariana</li><li>■ Resto del mundo</li></ul>
<b>APNIC</b> (Asia Pacific Network Information Centre) <a href="http://www.apnic.net">www.apnic.net</a>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Asia oriental</li><li>■ Pacífico</li></ul>
<b>RIPE</b> (Réseaux IP Européenes) <a href="http://www.ripe.net">www.ripe.net</a>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Europa</li><li>■ Medio Oriente</li><li>■ Asia Central</li><li>■ África Sahariana</li></ul>
<b>LACNIC</b> ( Latin American and Caribbean Network Information Center) <a href="http://www.lacnic.net">www.lacnic.net</a>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ América y el Caribe (excepto EEUU y Canadá)</li></ul>
<b>AFRINIC</b> (African Network Information Center) <a href="http://www.afrinic.net">www.afrinic.net</a> (en proceso de creación)	<ul style="list-style-type: none"><li>■ África</li></ul>

# Revisión forwarding o ruteo

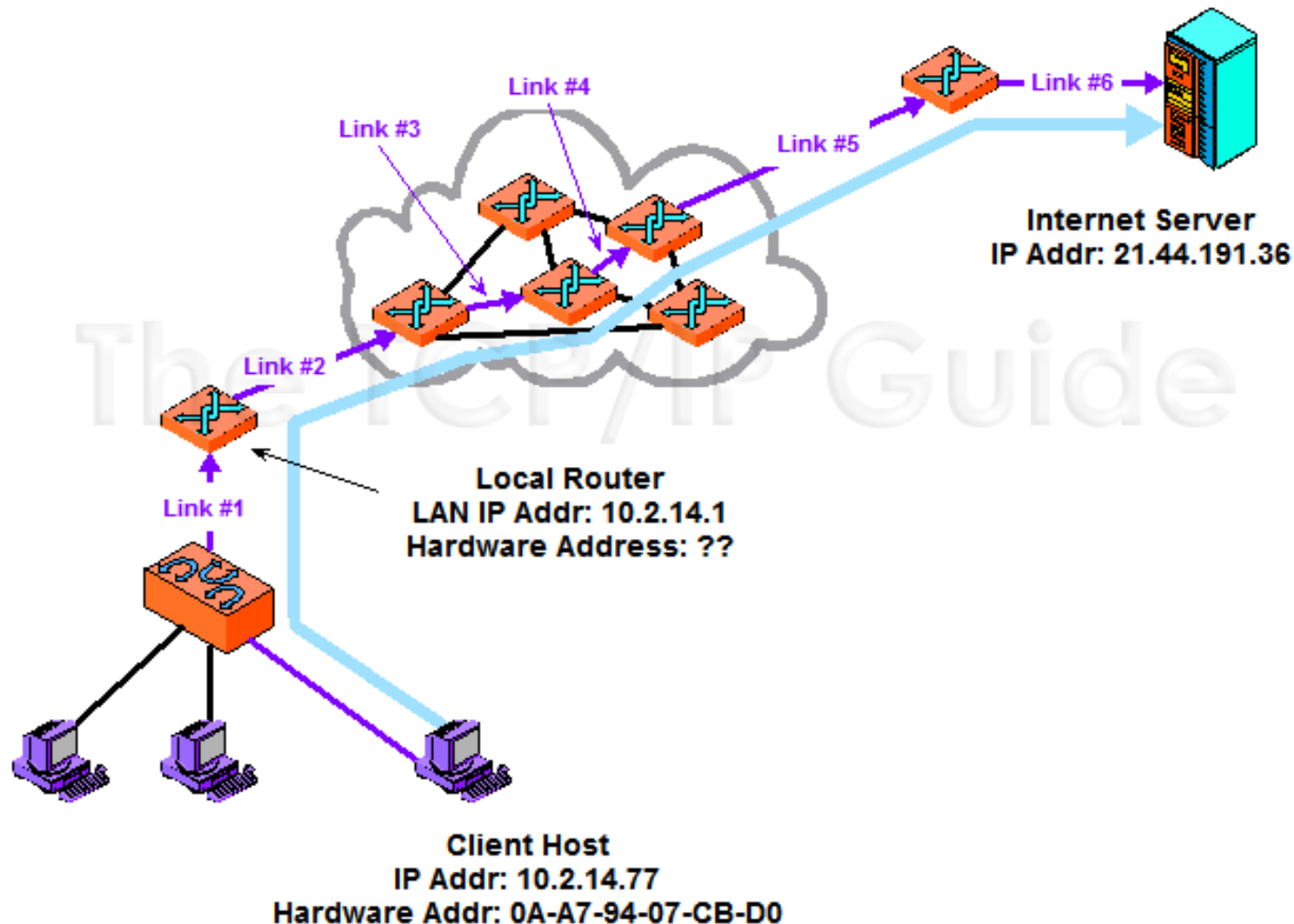
---

- ❑ IP es un protocolo de *capa 3*, **sin conexión sin reconocimiento**, implementado mediante el modelo de **datagramas**
- ❑ Cada datagrama se rutea en forma *independiente* tomando en cuenta su **dirección destino**
- ❑ Usando la dirección destino se infiere la *red destino* usando el concepto de **máscara de red**
- ❑ Cada router mantiene una **tabla de forwarding (o ruteo)** con entradas de la forma:  
<red-destino, próximo salto>

# Revisión forwarding o ruteo

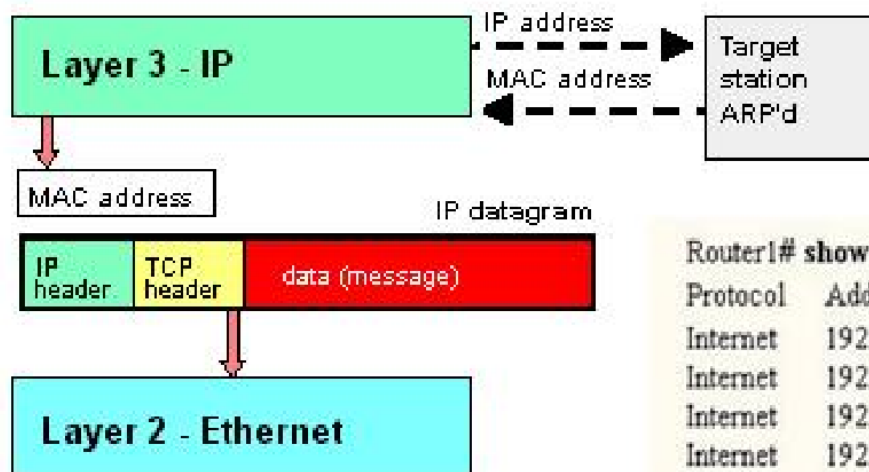


# ARP - Address Resolution Protocol





# ARP - Address Resolution Protocol



Router1# show ip arp

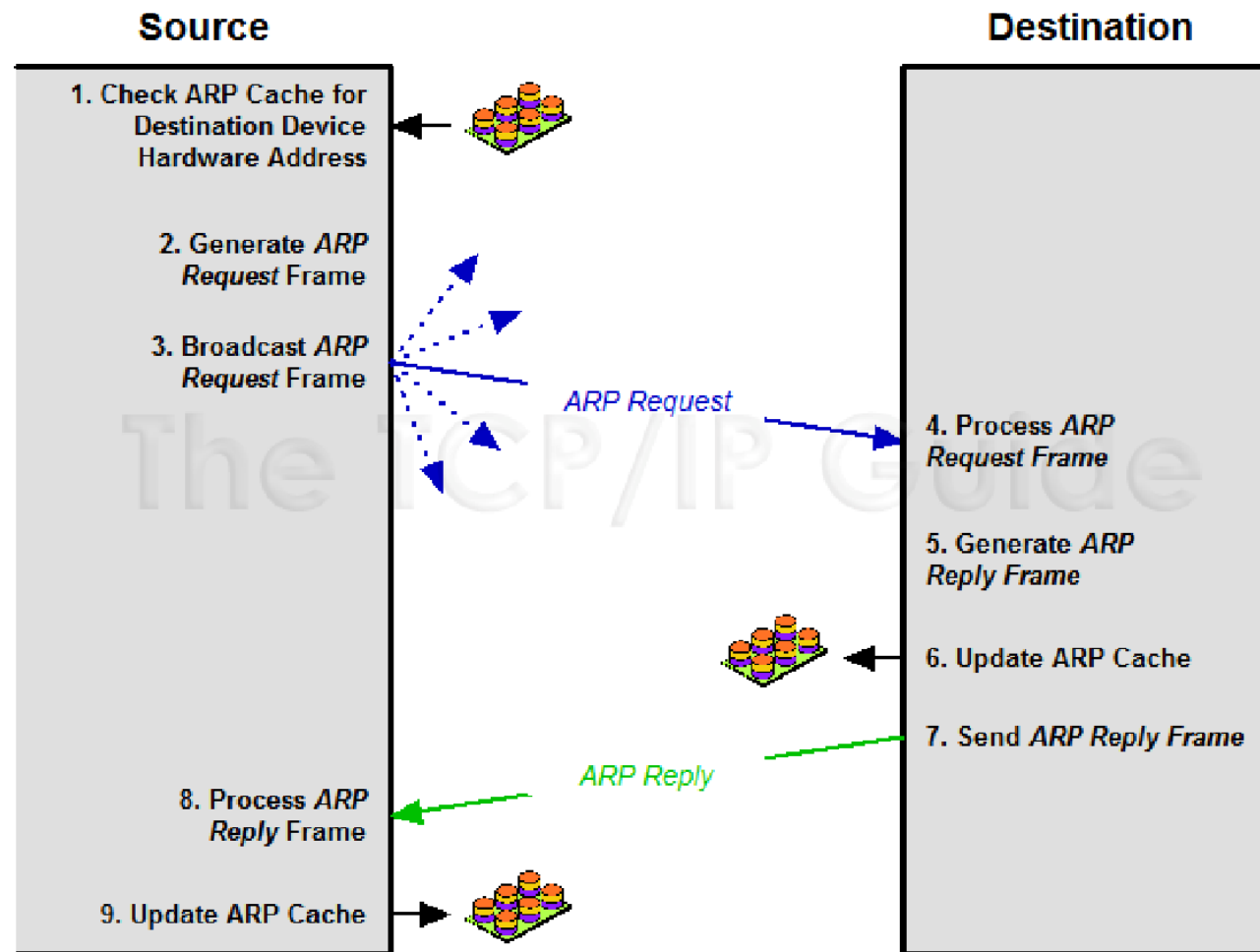
Protocol	Address	Age(min)	Hardware Addr	Type	Interface
Internet	192.168.20.5	9	0000.0c07.f892	ARPA	FastEthernet0/0
Internet	192.168.60.5	8	0000.0c07.ac00	ARPA	FastEthernet0/1
Internet	192.168.20.1	-	0000.0c63.ae45	ARPA	FastEthernet0/0
Internet	192.168.40.5	9	0000.0c07.4320	ARPA	FastEthernet0/2
Internet	192.168.60.1	-	0000.0c63.1300	ARPA	FastEthernet0/1
Internet	192.168.40.1	-	0000.0c36.6965	ARPA	FastEthernet0/2

Data Frame:

Source MAC	Source IP	Destination MAC	Destination IP
0000.0c07.f892	192.168.20.5	0000.0c63.ae45	192.168.40.5

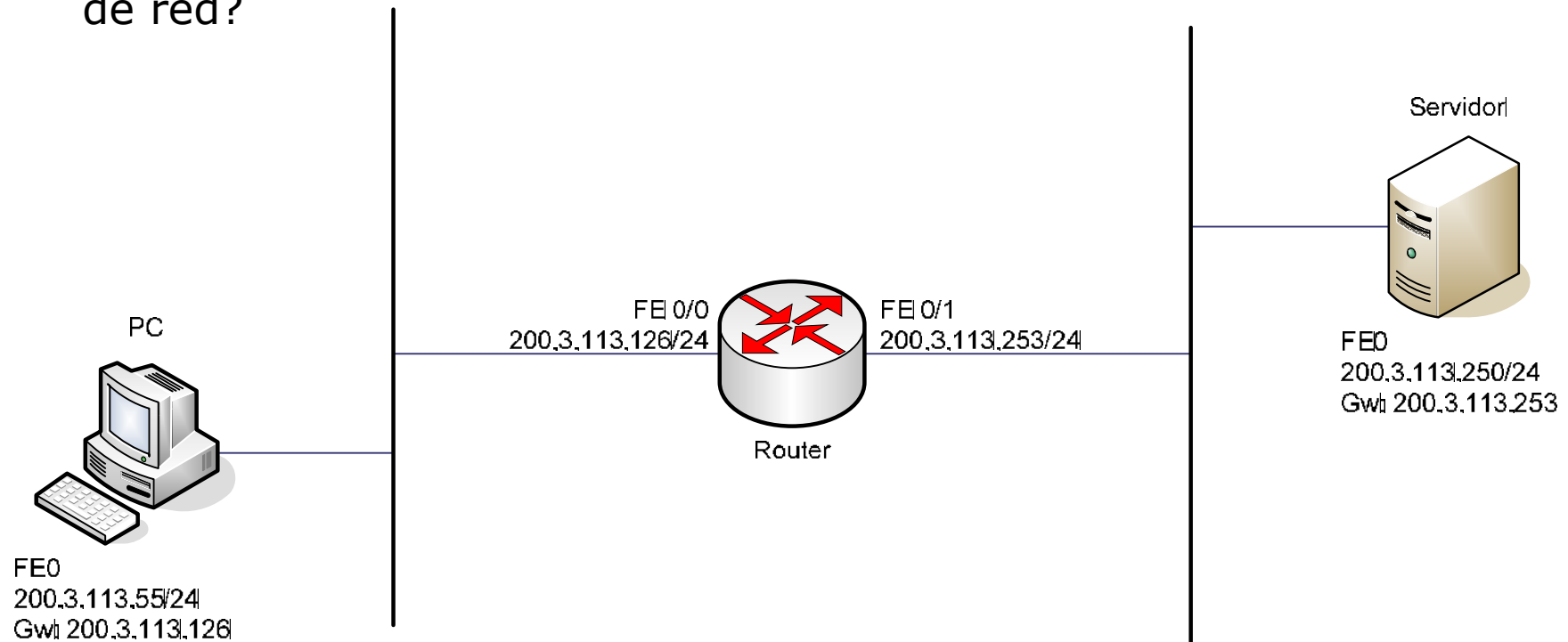
What will Router1 do when it receives the above frame?

# ARP - Address Resolution Protocol

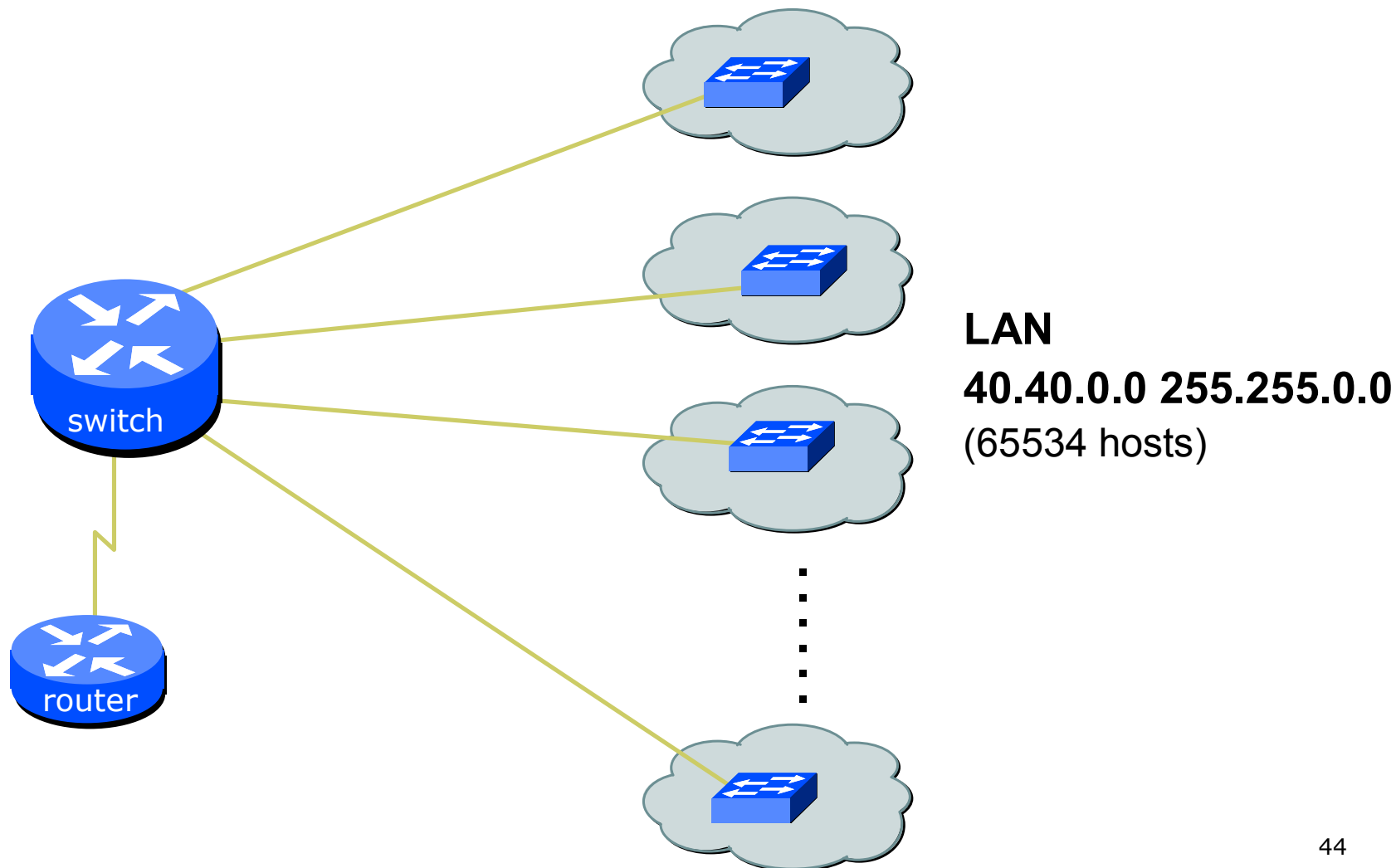


# Ejercicio

- Un usuario en la PC realiza un ping al servidor. El ping no responde. Explicar a qué puede deberse esta situación. ¿Qué cambia si se reemplaza el router por un servidor con dos tarjetas de red?



# ¿Problemas?

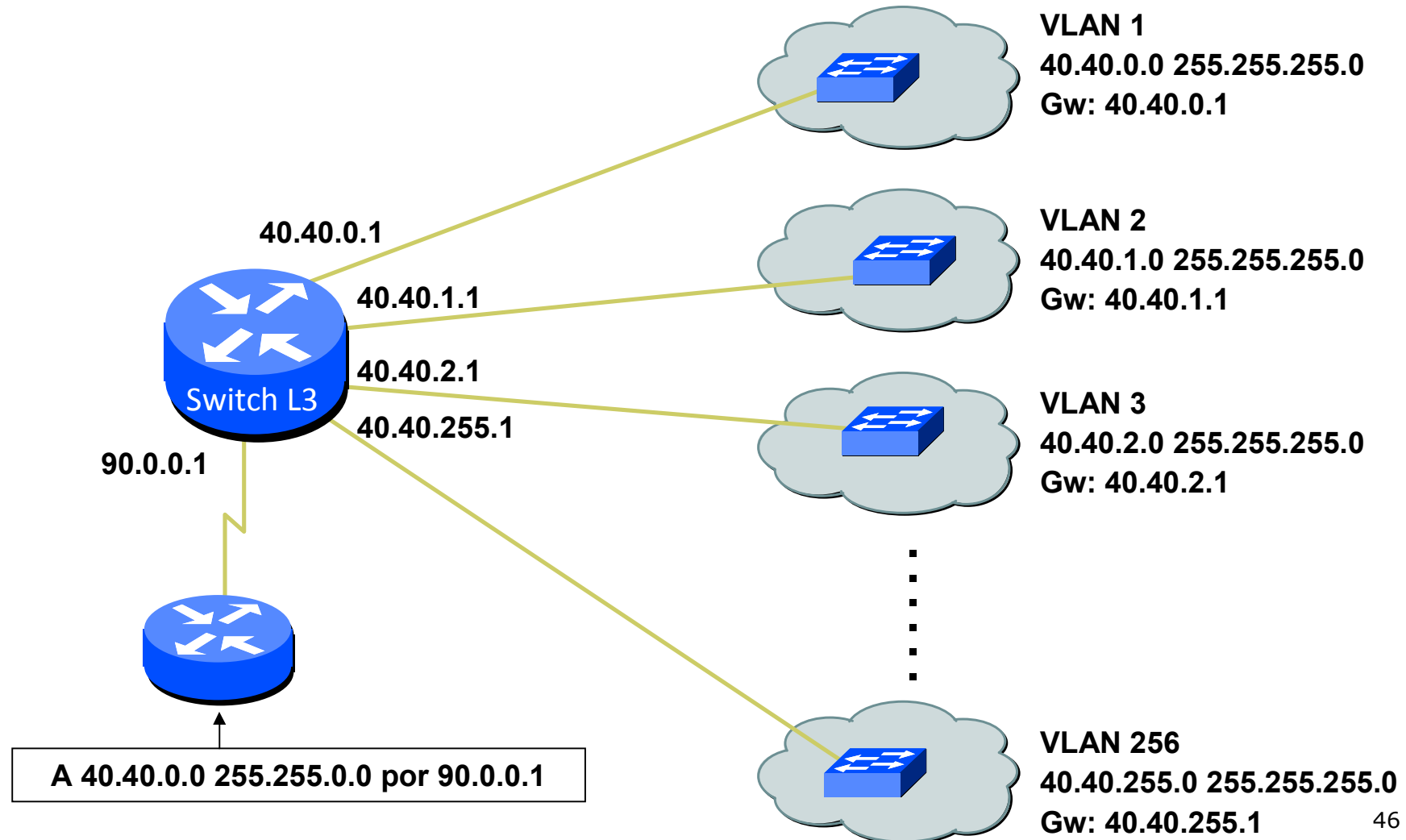


# Subredes IP

- A menudo la red de una organización está a su vez formada por varias redes. En estos casos suele ser conveniente partir de una red grande que dividimos en trozos más pequeños llamados **subredes**
- Ejemplo: la empresa X utiliza la red 40.40.0.0 255.255.0.0 (es decir desde 40.40.0.0 hasta 40.40.255.255) en una LAN enorme. Para reducir el tráfico broadcast decide dividirla formando VLANs, ninguna de las cuales tendrá más de 256 ordenadores. Las subredes podrían ser:

VLAN	Subred	Máscara	Rango
1	40.40.0.0	255.255.255.0	40.40.0.0 - 40.40.0.255
2	40.40.1.0	255.255.255.0	40.40.1.0 – 40.40.1.255
3	40.40.2.0	255.255.255.0	40.40.2.0 – 40.40.2.255
...	...	...	...
256	40.40.255.0	255.255.255.0	40.40.255.0 – 40.40.255.255

# Ejemplo de uso de subredes



# Subredes

---

Network number	Host number
----------------	-------------

Class B address

11111111111111111111111111111111	00000000
----------------------------------	----------

Subnet mask (255.255.255.0)

Network number	Subnet ID	Host ID
----------------	-----------	---------

Subnetted address

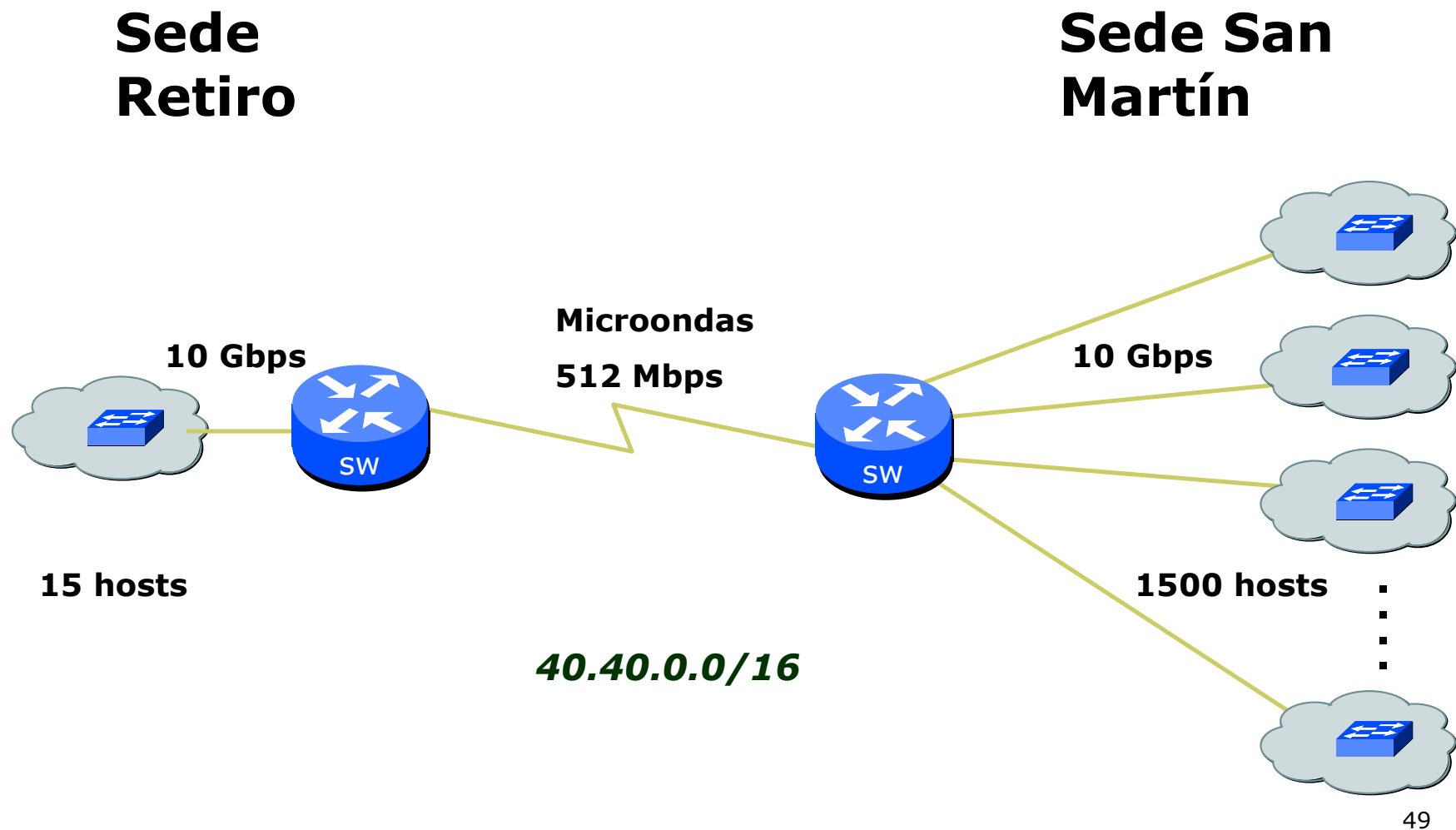
# ¿Porqué usar subredes?

---

- ❑ Para reducir el tráfico broadcast en una red local muy grande
- ❑ Para conectar redes locales remotas de una misma organización utilizando routers y enlaces punto-a-punto
- ❑ Por razones de seguridad, para separar las redes a nivel IP y poder utilizar en un router técnicas de filtrado basadas en las direcciones IP de los paquetes
- ❑ En caso de instalación de un firewall, para dividir una red local en zonas con distinto nivel de seguridad (llamadas DMZs)
- ❑ En el caso de un ISP: para separar las redes de servicios, clientes, backbone, etc.
- ❑ Etc. Etc. Etc.

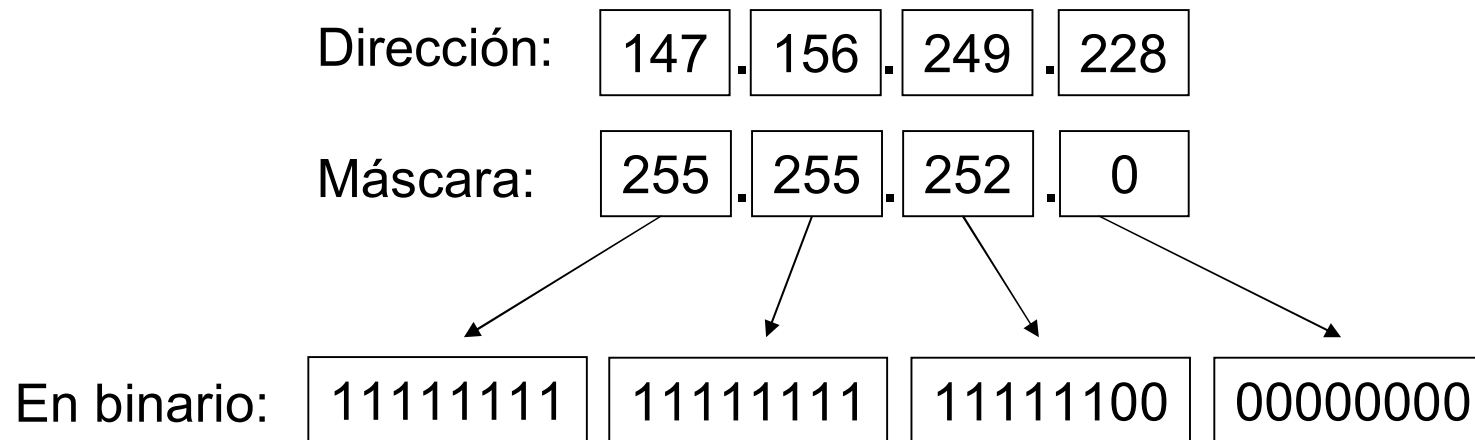


# Ejemplo



# Máscaras que no son múltiplo de 8

- Las máscaras no siempre son de 8, 16 o 24 bits. En estos casos la separación de la parte red y la parte host no es tan evidente, aunque **el mecanismo es el mismo**:



Parte red: **22 bits**      Parte host: **10 bits**

**Esta red tiene 1024 direcciones. Rango: 147.156.248.0 – 147.156.251.255**  
**La primera y la última no son utilizables**

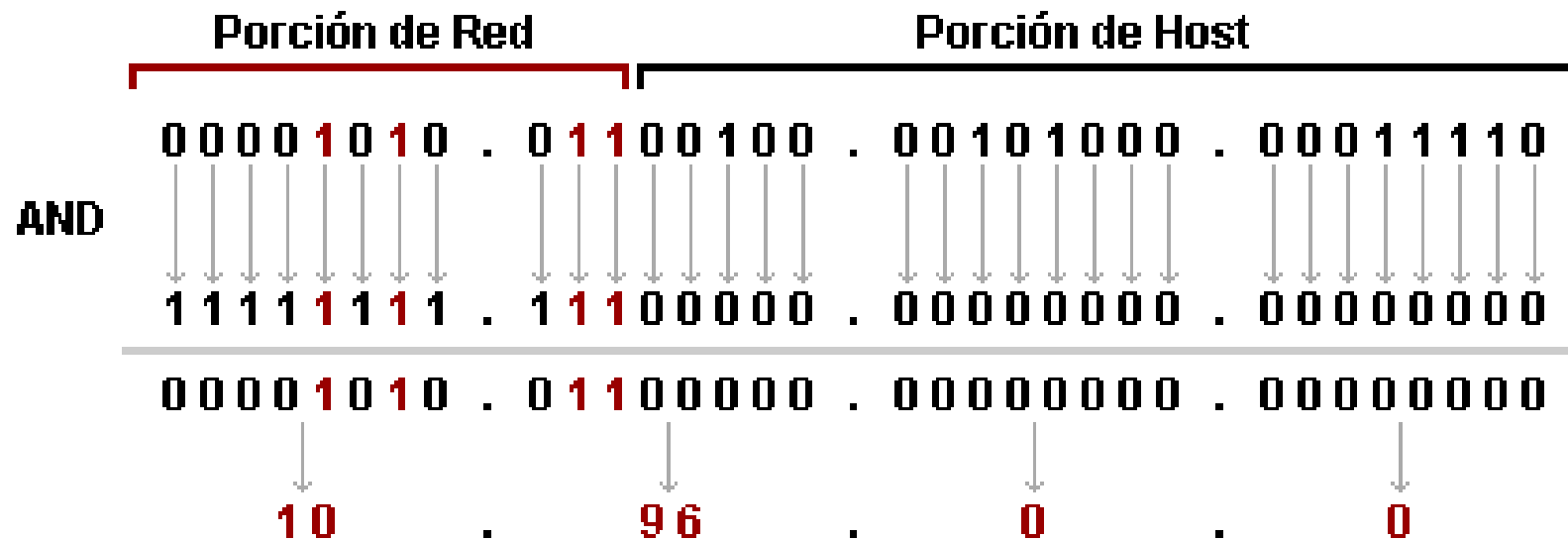
# Máscaras que no son múltiplo de 8

- Tomemos como ejemplo la dirección IP 10.100.40.30 interpretada con máscara /11

Porción de Red			Porción de Host				
10	.	100	.	40	.	30	
00001010	.	011	00100	.	00101000	.	00011110
255	.	224	.	0	.	0	
11111111	.	111	00000	.	00000000	.	00000000

= /11

# Máscaras que no son múltiplo de 8



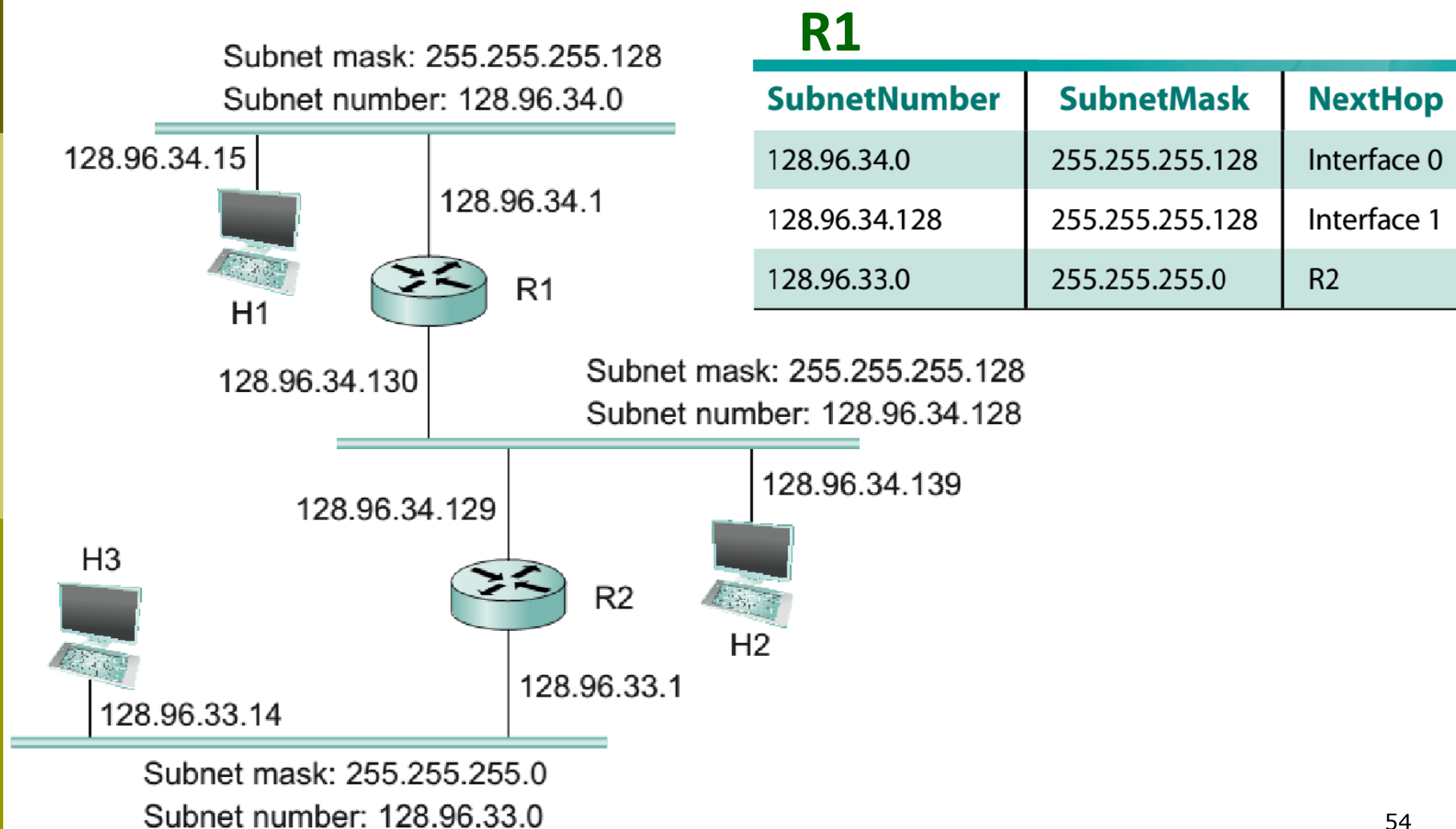
- El resultado indica que la dirección 10.100.40.30 /11 es una dirección de host perteneciente a la subred 10.96.0.0/11 y que tiene como dirección de broadcast 10.127.255.255/11 (la dirección de broadcast la obtenemos colocando todos bits "1" en la porción de host de la dirección IP)

# Máscaras que no son múltiplo de 8

---

- ▣ Netmask: 255.255.255.128 = 25 11111111.11111111.11111111.1 0000000
  
- ▣ Network: 128.96.34.0/25    10000000.01100000.00100010.0 0000000  
Broadcast: 128.96.34.127    10000000.01100000.00100010.0 1111111  
HostMin: 128.96.34.1    10000000.01100000.00100010.0 0000001  
HostMax: 128.96.34.126    10000000.01100000.00100010.0 1111110  
Hosts/Net: 126
  
- ▣ Network: 128.96.34.128/25    10000000.01100000.00100010.1 0000000  
Broadcast: 128.96.34.255    10000000.01100000.00100010.1 1111111  
HostMin: 128.96.34.129    10000000.01100000.00100010.1 0000001  
HostMax: 128.96.34.254    10000000.01100000.00100010.1 1111110  
Hosts/Net: 126

# Otro ejemplo de subredes



# Posibles valores de las máscaras

- ❑ En las máscaras los bits a 1 siempre han de estar contiguos empezando por la izquierda. No se utiliza por ejemplo la máscara 255.255.0.255
- ❑ Por tanto los valores que pueden aparecer en cualquier máscara son:

Bits de máscara (n)	Binario	Decimal
0	00000000	<b>0</b>
1	10000000	0 + 128 = <b>128</b>
2	11000000	128 + 64 = <b>192</b>
3	11100000	192 + 32 = <b>224</b>
4	11110000	224 + 16 = <b>240</b>
5	11111000	240 + 8 = <b>248</b>
6	11111100	248 + 4 = <b>252</b>
7	11111110	252 + 2 = <b>254</b>
8	11111111	254 + 1 = <b>255</b>

# Máscaras. Notación concisa

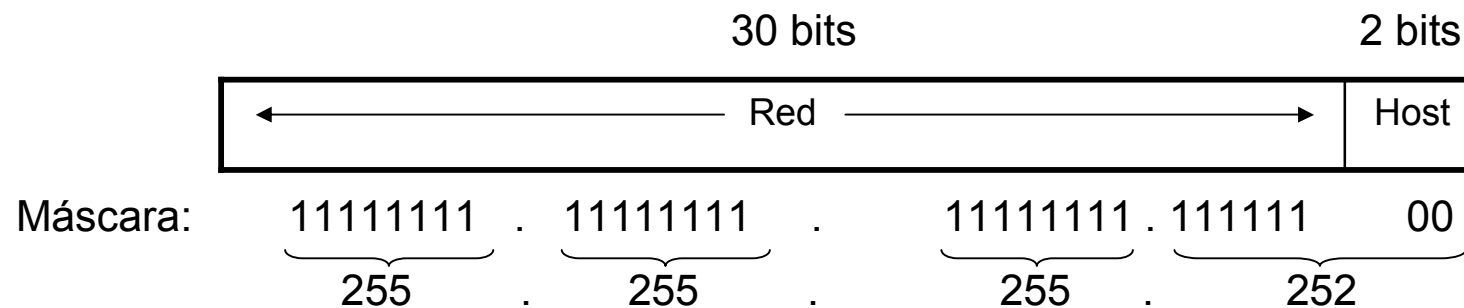
---

- ❑ Como ya hemos visto, puesto que la máscara siempre ha de ser contigua, en lugar de expresarla con números decimales se puede indicar su longitud en bits (entre 0 y 32)
- ❑ Esto permite una notación **mucho más concisa** al indicar direcciones de interfaces y rutas. Así:
- ❑ La interfaz "40.40.0.1 255.255.255.0" se convierte en "40.40.0.1/24"
- ❑ La ruta "A 20.0.0.0 255.0.0.0 por 90.0.0.2" se convierte en "A 20.0.0.0/8 por 90.0.0.2"



# “Mini-redes”

La red más pequeña que podemos hacer es la de máscara de 30 bits:



En este caso obtenemos cuatro direcciones, de las cuales solo podemos usar dos. Estas redes **se suelen utilizar en enlaces punto a punto** ya que en este caso solo se necesitan dos direcciones. Ejemplos:

Red	Rango	Broadcast	Direcciones utilizables
90.0.0.0/30	90.0.0.0 a 90.0.0.3	90.0.0.3	90.0.0.1 y 90.0.0.2
90.0.0.4/30	90.0.0.4 a 90.0.0.7	90.0.0.7	90.0.0.5 y 90.0.0.6
90.0.0.8/30	90.0.0.8 a 90.0.0.11	90.0.0.11	90.0.0.9 y 90.0.0.10

# Ruta por defecto

---

- ❑ En muchos casos al indicar las rutas en un router hay muchas que son accesibles por la misma dirección, y no es cómodo especificarlas una a una
- ❑ Para esto se puede utilizar la llamada "ruta por defecto" que se le aplica al paquete cuando no se le aplica ninguna de las otras rutas definidas
- ❑ Un caso típico es cuando un router conecta una o varias redes entre sí y hay una única salida a Internet
- ❑ La **ruta por defecto** tiene la sintaxis:

*A 0.0.0.0 0.0.0.0 por <dirección del router por defecto>*

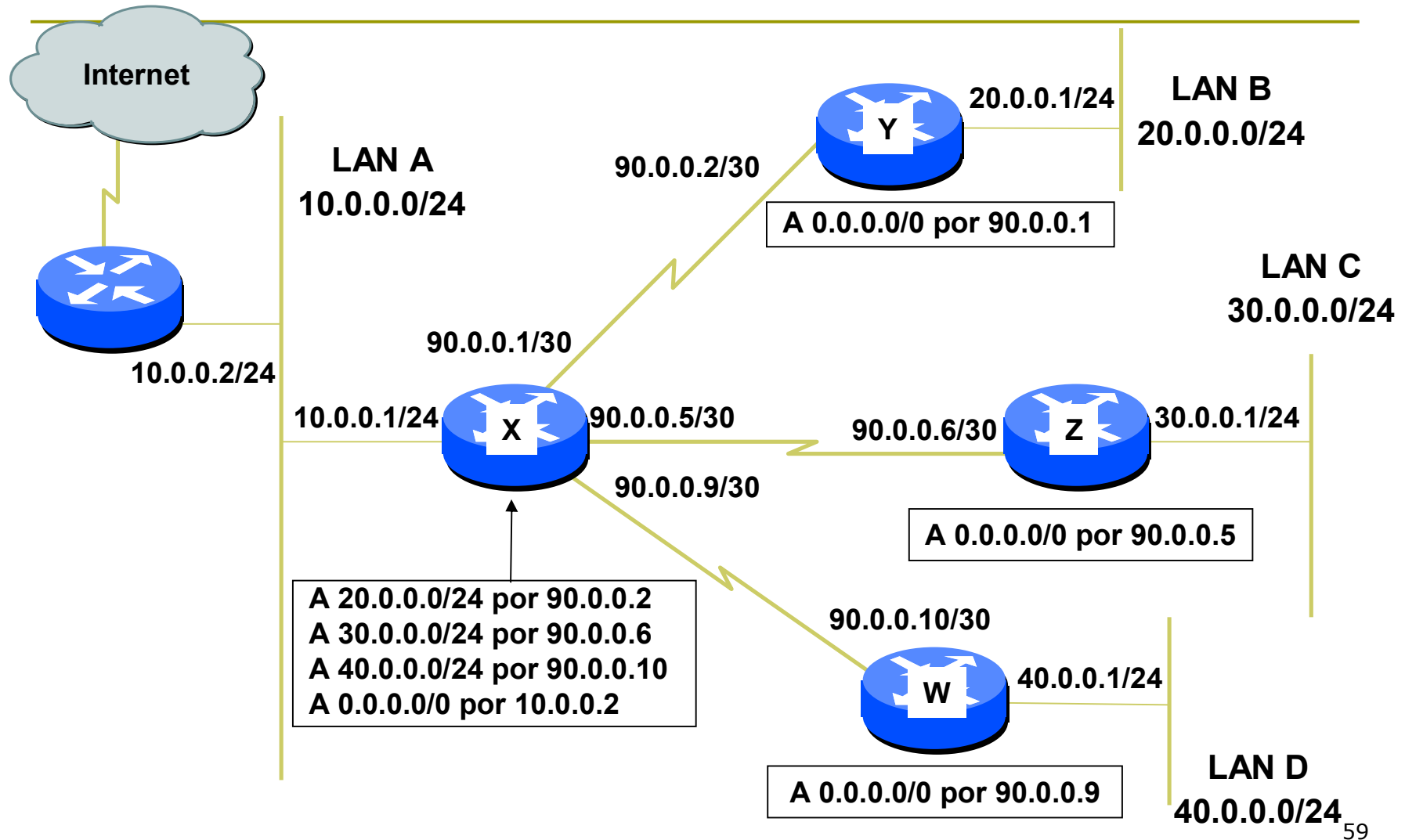
Por ejemplo si el router por defecto es 20.0.0.1:

**A 0.0.0.0 0.0.0.0 por 20.0.0.1**

O en notación concisa:

**A 0.0.0.0/0 por 20.0.0.1**

# Ejemplo de uso de la ruta por defecto

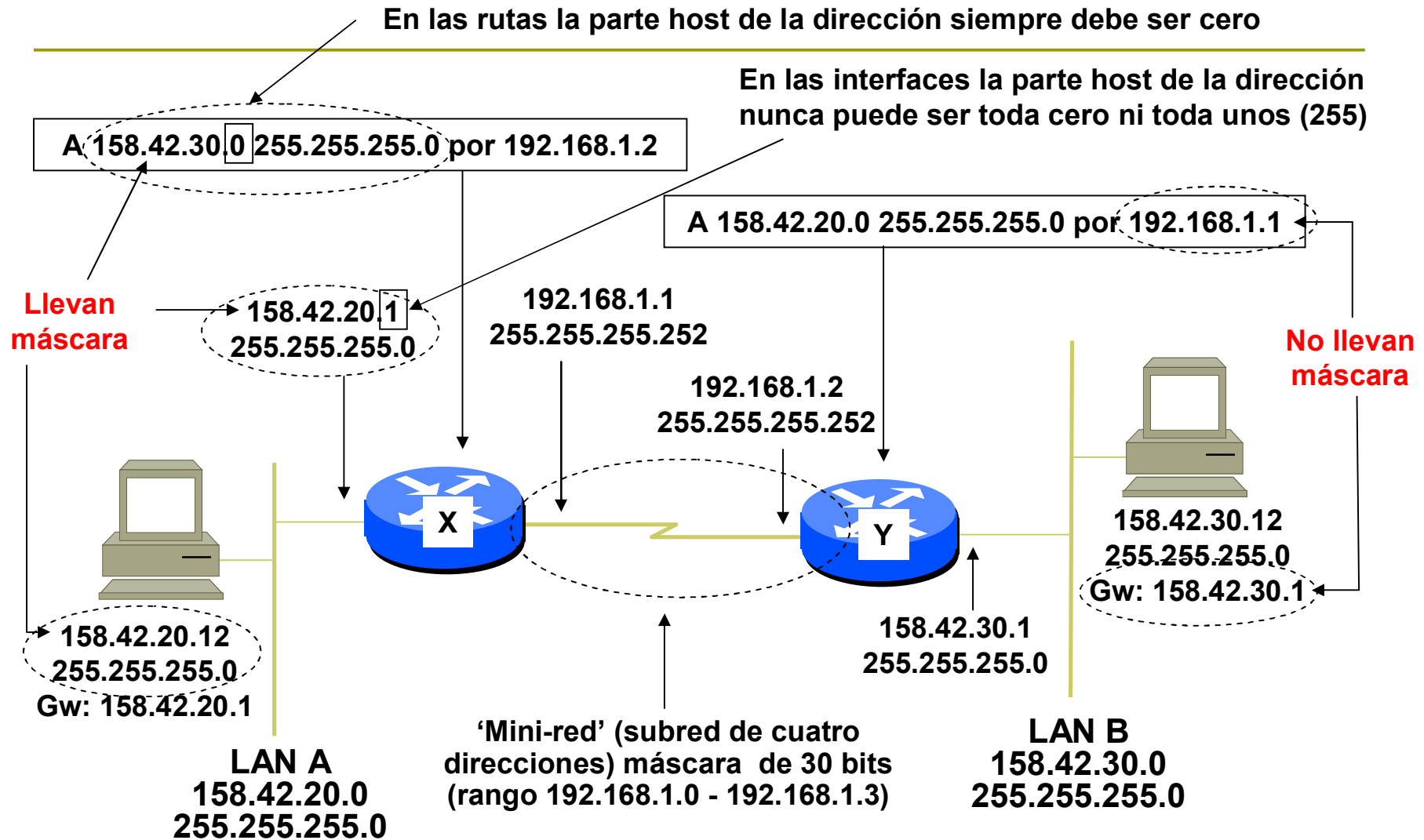


# Especificación de la máscara

---

- ❑ Se especifica la máscara:
  - En las direcciones de interfaz (host o router). Si el equipo tiene varias interfaces, **cada una debe tener una dirección diferente**, la máscara puede ser la misma o no
  - Al configurar una ruta, para indicar a que **rango de direcciones** se aplica
- ❑ No se especifica máscara:
  - Cuando se indica el **router por defecto** en un equipo (host o router)
  - Cuando se indica el **próximo salto** en una ruta
- ❑ Los paquetes IP no llevan escrita en la cabecera la máscara, **sólo llevan las direcciones de origen y destino**
- ❑ El enrutamiento de los paquetes se hace según la **dirección de destino** exclusivamente

# Enlace punto a punto usando subredes

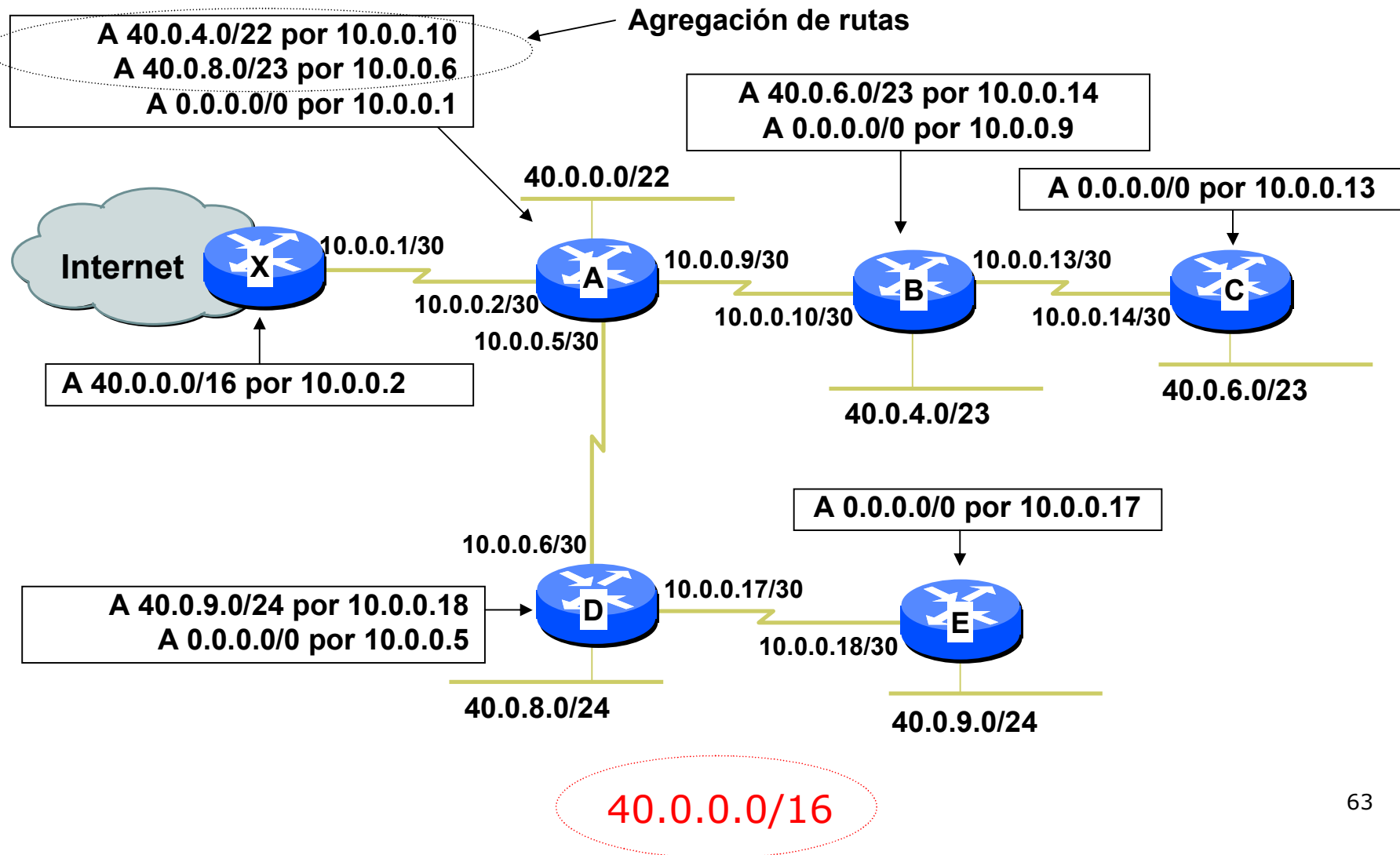


# Máscaras de tamaño variable

---

- ❑ A menudo interesa dividir una red en **subredes de diferentes tamaños**
- ❑ Para esto se utilizan **máscaras de tamaño variable**, es decir la división red/host **no es igual** en todas las subredes
- ❑ Aunque las subredes pueden tener diferente tamaño **no pueden solaparse** (existirían direcciones duplicadas)
- ❑ La visión que tenemos de las subredes puede variar. Por ejemplo lo que en un sitio de la red se ve como una subred /22 (1024 direcciones) puede dividirse en varias /24 (256 direcciones) cuando nos acercamos

# Configuración de subredes con máscara de longitud variable



# Revisión subredes

---

- ❑ Las redes pueden ser divididas en **subredes** mas pequeñas, **no necesariamente** todas del mismo tamaño
- ❑ La **máscara de subred** señala qué porción de la dirección es el identificador de la red. La máscara consiste en una secuencia de unos seguidos de una secuencia de ceros escrita de la misma manera que una dirección IP
- ❑ Las subredes permiten a una red ser dividida **lógicamente** a pesar del diseño físico de la misma, por cuanto es posible dividir una red física en varias subredes
- ❑ Los **routers** constituyen los **límites** entre las subredes. La comunicación desde y hasta otras subredes es hecha mediante un puerto específico de un router específico.
- ❑ Calculadoras IP on-line:
  - <http://jodies.de/ipcalc>
  - <http://www.subnet-calculator.com/cidr.php>



# Orden de forwarding o enrutamiento

---

- Es posible que **haya varias rutas válidas** para un **mismo paquete**. Por ejemplo la ruta por defecto es aplicable en principio a cualquier paquete
- Se revisan primero las rutas de máscara más larga. Este criterio garantiza que se aplicarán **primero** las rutas **más específicas** y **luego** las **más generales**. Así por ejemplo las rutas host (/32) se aplican en primer lugar y la ruta por defecto (/0) se aplican en último lugar
- Ejemplo:
  - Un router recibe un datagrama con destino 200.40.1.1
  - La búsqueda en la tabla encuentra dos entradas:
    - **200.40.1.0/24**
    - **200.40.0.0/16**
  - La ruta que se usará es la 200.40.1.0/24

# Ejercicio

---

- Un router presenta la siguiente tabla:

<b>NetworkNum</b>	<b>NextHop</b>
135.46.60.0/24	Interface0
192.53.40.0/24	135.46.60.23
192.53.40.0/25	135.46.60.99
0.0.0.0/0	135.46.60.103

¿Qué hace el router cuando recibe un paquete con destino a las siguientes direcciones?

- a) 208.70.188.15
- b) 135.46.62.62
- c) 192.53.40.7

# Ejercicio

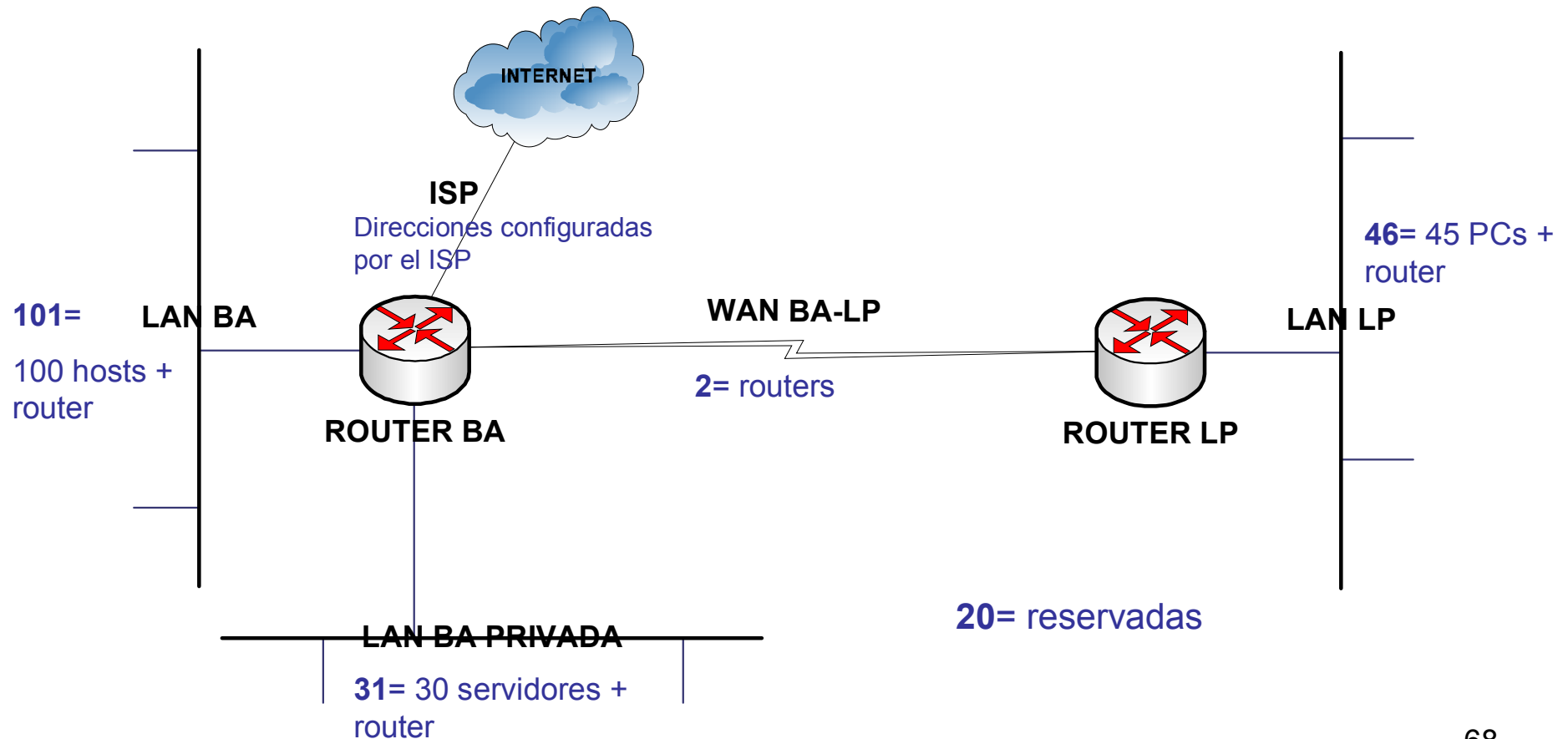
---

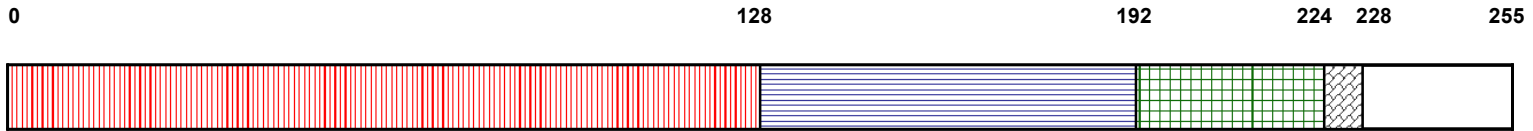
- Una empresa tiene su sede central en Buenos Aires y una sucursal mas pequeña en la ciudad de La Plata. Cada una de ellas tendrá una red local, la de BA de 100 equipos entre computadoras personales y servidores, y la de La Plata de 45 PCs. Se deben conectar las dos sedes mediante un enlace WAN punto a punto. Además, la sede de BA tendrá otra LAN con 30 servidores para una Intranet que no requerirá acceso a Internet. El enlace a Internet de toda la red será contratado a un proveedor de servicios en BA. Se requiere además reservar una subred de 20 direcciones públicas para uso futuro. El proveedor le ha asignado a la empresa la red IP 200.10.161.0/24 para ser utilizada. Se pide:
- Diseñe el diagrama lógico de la red, incluyendo el equipamiento necesario de nivel IP
- Diseñe el plan de numeración para la red realizando el subnetting que considere necesario

# Resolución

¿Cuántas direcciones IP  
necesito para cada  
subred ?

1. BA- 100 equipos entre computadoras personales y servidores
2. La Plata - 45 PCs
3. Enlace WAN punto a punto entre ellas
4. BA - otra LAN con 30 servidores para una Intranet que no requerirá acceso a Internet
5. Reservar una subred de 20 direcciones públicas para uso futuro
6. Enlace a Internet de toda la red será contratado a un ISP en BA





200.10.161.0/25  
(128)

101

LAN BA

ROUTER BA

LAN BA PRIVADA

31

192.168.5.0/24  
(256)



ISP

200.10.161.224/30  
(4)

2

WAN BA-LP

El proveedor le ha asignado a la empresa la red 200.10.161.0/24  
Hay que subnetearla y asignar las subredes

200.10.161.128/26  
(64)

46

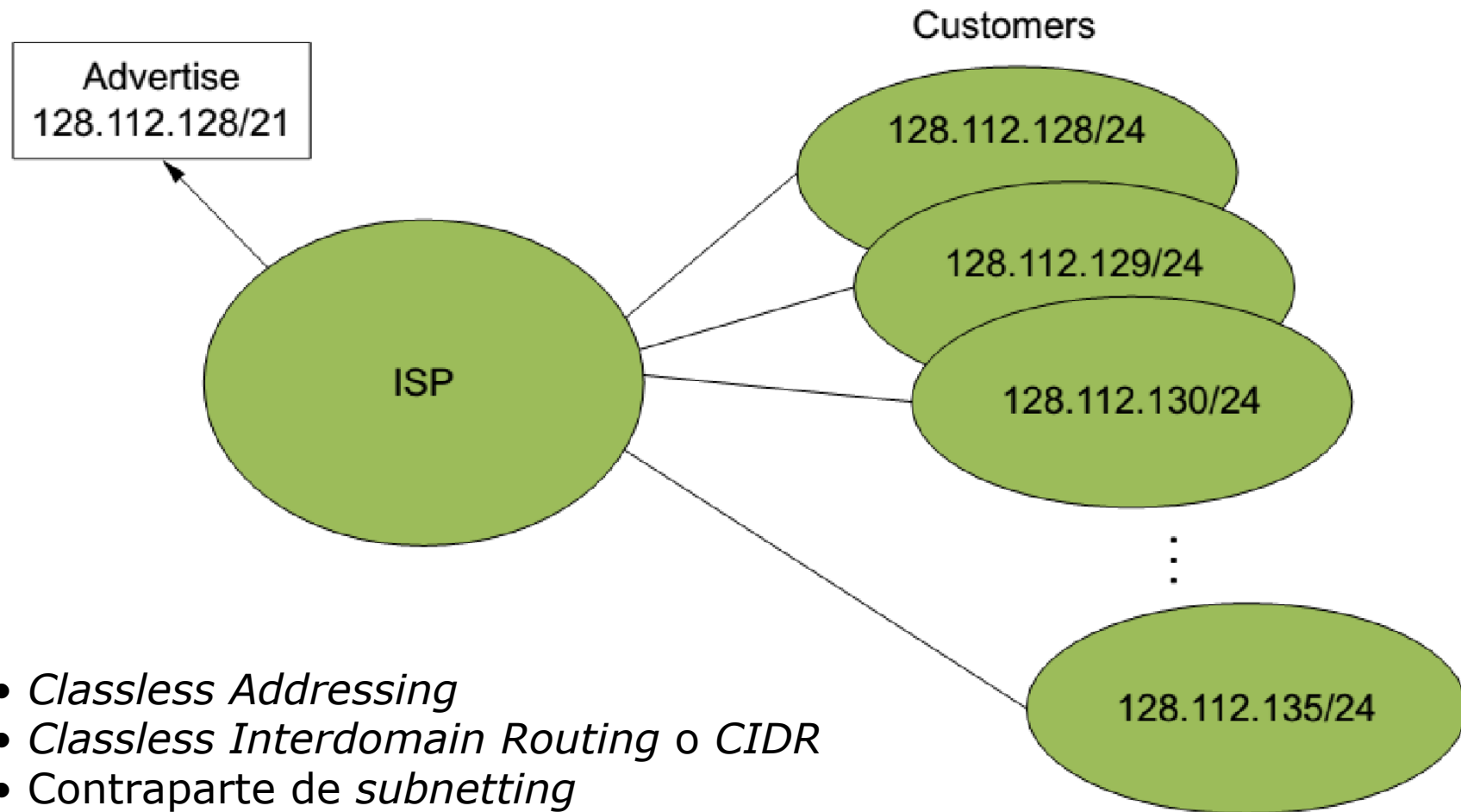
LAN LP

ROUTER LP

20 reservadas

200.10.161.192/27  
(32)

# Agregación de rutas o *supernetting*



# Conclusiones

---

- ❑ IP es un protocolo de capa 3, sin conexión sin reconocimiento, implementado mediante el modelo de **datagramas**
- ❑ Cada datagrama se rutea en forma independiente tomando en cuenta su **dirección destino**
- ❑ Cada router mantiene una **tabla de forwarding (o ruteo)** con entradas de la forma <red-destino, próximo salto>
- ❑ Las redes pueden ser divididas en **subredes** mas pequeñas, no necesariamente todas del mismo tamaño